

* (٢) *

* (فهرست تفكره الهندسين) *

(فهرست ماصححه حضرت سيد احمد افندي خايل المهندس)

(في القناطر)

صحيفه

- ٢ القناطر وأنواعها ايجاد قنطرة بسرعة الماء
- ٨ ايجاد ارتفاع الماء امام قنطرة تبين شكل منحنى العقود
- ١٣ مساحة قنطرة شكلها نصف دائرة
- ١٧ تعيين مراكز منحنى مرجوفى ذى ثلاثة مراكز وصكيفية رسمه وتعيين نصف قطريه ومساحة قنطرة شكلها مرجوفى
- ٢٥ تعيين هك العقد عند الافتتاح وهك الاكاف وشكل ظاهر العقود
- ٣٩ هك العقود وهك رحل العقد

* (في مقاومة المواد) *

- ٤١ تعيين الثقل الممكن وضعه على قطعة خشب أو حديد موضوعة وضعاراسيا والثقل واقع عليها من أعلى لأسفل
- ٤٦ تعيين تمدد جسم موضوع وضعاراسيا ومجذوب بثقل معاك في نهايته السفلى
- ٥١ تعيين انحناء قطعة مثبتة من أحد طرفيها وطرفها الآخر واقع عليه ثقل أو مرتكزة على حاملين أو مثبتة في الحاملين
- ٥٥ قوانين سهم انحناء جسم موضوع أفقيا والثقل واقع عليه سواء كان مثبتا في حاملين أو مرتكزا عليهما أو مثبتا من إحدى نهايتيه والنهاية الأخرى واقع عليها الثقل
- ٥٧ قوانين سهم انحناء قطعة أفقية مثبتة من إحدى نهايتيها والأخرى حاملة ثقلا أو الثقل موزع بالتساوي على طول القطعة سواء كان شكل قطعها العرضي مستطيلا أو دائرة أو حلقيا
- ٥٩ قوانين سهم انحناء قطعة موضوعة أفقيا ومثبتة على حاملين والثقل واقع في منتصفها أو الثقل واقع في منتصفها وموزع بالتساوي على طولها ثقل آخر
- ٦١ قوانين سهم انحناء قطعة موضوعة أفقيا على حاملين وواقع عليها ثقل في نقطة بعدها بوسط القطعة سواء كان قطعها العرضي مستطيلا أو دائرة أو حلقيا

صحيحة

- ٦٢ قانون مهم انحناء قطعة موضوعة أفقياً واحدها يثبت والاخر مرتكز على حامل أو القطعة مثبتة من نهايتها في حاملين سواء كان قطعها العرضي مستطيلاً أو دائرة أو حلقياً
- ٦٣ تعيين الثقل الذي تحمله قطعة موضوعة مائلاً ونهايتها السفلى مثبتة والنهاية العليا حاملة ثقلاً
- ٦٤ قطعة موضوعة مائلاً ومتكئة نهايتها على حاملين وحاملة ثقلاً في نقطة ما من طولها براد تعيينه
- ٦٥ تعيين الثقل الواقع على وسط قطعتين منشوريتين متحدتين في الطول ومرتبطين ببعضهما بالرباط المحكم وموضوعتين أفقياً ومتكئتين على حاملين
- ٦٦ تعيين الثقل وسهم الانحناء حين يكون صورة القطع العرضي للقطعة في الحالات المتقدمة كما في الشكل المرسوم بصحيفة ٦٦
- ٦٧ ان تكون القطعة منحنية وموضوعة رأسياً على حاملين وحاملة ثقلاً موزعاً على الخط الواصل من أحد الحاملين الى الآخر كالاسطوانة والمجاولات بقطع النظر عن الانتقال العارضة التي يحصل منها ضغط على المنحنى فيكون منحنى التوازن قوساً القاطع مكافئ عمودي على المحور ويراد تعيين الثقل الممكن وضعه على الوحدة من طول وتر القوس ثم الضغط الأفقي الواقع على كل من نقطتي الارتكاز
- ٦٨ تعيين القاطع المختلفة لقطعة منشورية سطحها الاعلى أفقي ومثبتة من احدى نهايتها والنهاية الاخرى حاملة ثقلاً أو كان الثقل موزعاً بالتساوي على أجزاء القطعة أو القطعة لا تتحمل الاثقالها أو كانت القطعة متكئة على حاملين واقعا علم الثقل في نقطة ما من طولها أو كان الثقل موزعاً بالتساوي على طول القطعة

* (٤) *

(فهرست ما مجموعه حضرت علی آفندی الدرنده لی معلم الرياضه بیدرسه المهندسه بخانه)

* (فی التأسيسات) *

حقیقه

- ۷۲ فی الاساسات ومعرفة جنس طبقات الارض
 ۷۵ التأسيس على الاراضى غير قابلة للضغط
 ۷۶ التأسيس على الصخر القريب من الاستواء التأسيس على الاراضى الرملية
 ۸۰ التأسيس فى عمق عظيم من الارض التأسيس فى الماء بواسطة سد من الخشب
 والاثربة أو من الاثربة فقط
 ۸۲ التأسيس فى الماء على خوازيق وتقاقص من خشب
 ۸۲ التأسيس فى الماء بواسطة الصناديق أو بواسطة الخرسانة
 ۸۵ التأسيس على الاراضى القابلة للضغط والتأسيس على أرض المنخفض

* (فی سيلان المائعات) *

- ۸۶ فى سرعة الماء عندئذ وجه من منفذ
 ۸۷ فى سيلان الماء الثابت الاستواء من الاوانى واجباد مقدار تصرف الماء
 ومعامل الاندماج
 ۹۴ تعيين السرعة المتوسطة لسيلان الماء من منفذ مصنوع فى جانب الحوض
 والتصرف من المصببات
 ۱۰۱ سيلان الماء المتغير الاستواء من الاوانى
 ۱۰۳ ايجاد الزمن الماضى لانخفاض ماء حوض لمقدار معلوم
 ۱۰۵ ايجاد الزمن فى الحالة التى يكون فيها الماء الاقى للحوض واردا له من مجرى بشرط
 أن يكون مقدار ما يرد منها أقل مما يصرفه المنفذ وفى الحالة التى يكون فيها
 ماء حوض يسيل فى حوض آخر بواسطة منفذ مفتوح تحت الماء الموجود
 فى الحوض الثانى
 ۱۰۷ مقدار التصرف فى حالة ما اذا كان استواء الماء فى الحوضين ثابتا
 ۱۰۸ تعيين زمن سيلان الماء فى حالة ما اذا كان استواء الماء فى الحوض الاوّل ثابتا
 وفى الحوض الثانى متغيرا
 ۱۰۹ تعيين الزمن فى حالة ما اذا كان ارتفاع الماء فى الحوضين متغيرا

- ١١١ جدول يشتمل على مقدار نقل الميزان المكعب بالكل وحام لبعض مواد
- ١١٣ استخراج جذر عدد ليس مربعا كاملا
- ١١٤ جدولان يشتملان على مقدار الجذور التريعية والتكعيبية للأعداد البسيطة
- *(في تقسيم السطوح)*
- (في تقسيم المثلث)
- ١١٦ تقسيم مثلث الى قسمين متساويين أو قسمين بشرط أن تكون النسبة بينهما
- :: م : هـ بمستقيم يمر من إحدى زواياه
- ١١٨ تقسيم مثلث الى ثلاثة أقسام مناسبة لثلاث كميات معلومات بمستقيم يمر
- من إحدى زواياه
- ١١٨ تقسيم مثلث الى قسمين متكافئين أو قسمين نسبتها لبعضهما :: م : هـ
- بمستقيم يمر بنقطة معلومة على ضلعه
- ١٢١ تقسيم مثلث الى ثلاثة أقسام متكافئة بمستقيمين يمران بنقطة على ضلعه
- أو بنقطتين معلومتين على ضلعه
- ١٢٥ تقسيم مثلث الى قسمين متكافئين من نقطة داخله أو الى ثلاثة أقسام متكافئة
- بشرط أن كلا منهما يكون له نصيب من قاعدة المثلث يحق الثلث
- ١٢٧ تقسيم مثلث الى ثلاثة أقسام متكافئة بثلاثة مستقيمت تمر بنقطة داخله بشرط
- أن المستقيم الواصل من تلك النقطة لأحدى زواياه يكون حدا بين قسمين
- ١٢٨ إيجاد نقطة داخل مثلث بشرط أنه لو وصل منها الى زواياه بثلاثة مستقيمتان
- يتقسم ثلاثة أقسام متكافئة أو بنسبتها لبعضها :: ٣ كميات معلومات
- ١٣٠ تقسيم مثلث أضلاعه معلومة الى قسمين بمستقيم عمودا على قاعدة بشرط أن
- يكون أحد القسمين مساويا للقيمة معلومة
- ١٣٣ تقسيم مثلث الى قسمين متكافئين بمستقيم مواز لقاعدته
- ١٣٤ تقسيم مثلث الى ثلاثة أقسام متكافئة بمستقيمين موازيين لقاعدته أو أقسام
- عددها
- ١٣٦ تقسيم مثلث الى قسمين بمستقيم مواز لقاعدته بشرط أن تكون نسبتها لبعضهما
- :: م : هـ

* (في تقسيم الشكل الرباعي) *

١٣٧ تقسيم مربع أو مستطيل أو متوازي الاضلاع أو معين الى قسمين متساويين بمستقيم مواز لاضلعه أو الى قسمين مناسبين لكي يتبين معاومتين أو الى ثلاثة أقسام مناسبة لثلاث كميات معلومات بمستقيمين موازيين لاضلعه

١٣٨ تقسيم مربع أو مستطيل أو متوازي الاضلاع الى قسمين متساويين بمستقيم يمر من إحدى زواياه أو يمر بنقطة معاومة على أحد أضلعه

١٣٩ تقسيم مربع الى قسمين متكافئين بشرط أن يكون أحدهما مربعا ومحدد المركز مع المربع المعلوم أو يكون أحدهما مربعا يمر من داخل المربع المعلوم وأضلاعهما متوازية ويكونان محددين في زاوية واحدة

* (في تقسيم شبه المثلث) *

١٤٠ تقسيم شبه المثلث الى قسمين متكافئين بمستقيم مواز لقاعدته المتوازيين أو الى قسمين مناسبين لكي يتبين معاومتين

١٤٢ تقسيم شبه المثلث الى ثلاثة أقسام متكافئة بمستقيمين موازيين لقاعدتيه المتوازيين أو الى ثلاثة أقسام مناسبة لثلاث كميات معلومات

١٤٤ تقسيم شبه المثلث الى قسمين متكافئين بمستقيم يمر بقاعدتيه المتوازيين

١٤٥ تقسيم شبه المثلث الى ثلاثة أقسام مناسبة لثلاث كميات معلومات بمستقيمين يمران بقاعدتيه المتوازيين

١٤٧ تقسيم شبه المثلث الى قسمين متكافئين أو الى قسمين مناسبين لكي يتبين معلومتين بمستقيم يمر بنقطة على قاعدته

١٤٩ تقسيم شبه المثلث الى قسمين مناسبين لكي يتبين معلومتين بمستقيم يمر بين قاعدتيه المتوازيين

* (تقسيم الشكل المخروط) *

١٥٠ تقسيم مخروط الى قسمين نسبتهما الى بعضهما :: م : هـ بمستقيم يمر بنقطة على ضلعه

١٥٠ تقسيم مخروط الى قسمين بمستقيم مواز لأحد أضلعه بشرط أن تكون مساحة أحدهما تساوي كمية معاومة

* (٧) *

صيفه

- ١٥١ تقسيم منحرف الى قسمين مستقيم وود على أحد أضلاعه بشرط أن تكون
نسبتهما الى بعضهما :: م : م
- ١٥٢ تقسيم منحرف الى قسمين مستقيم بحر باحدى زواياه بشرط أن تكون نسبتهما
الى بعضهما :: م : م
- * (في المساحة) *
- ١٥٤ كيفية أخذ مساحة قطعة أرض وسهولة حساب مساحات القطعة الارض
إذا كانت حدودها منحنيات
- ١٥٥ تعيين خط نصف النهار بطريقة الظلال المتساوية
- * (في مساحة الاشكال المستوية) *
- ١٦٠ مساحة المثلث والمثلث المعلوم أضلاعه والمثلث المرسوم خارج أو داخل
الدائرة
- ١٦٢ مساحة شبه المنحرف والمربع والمستطيل ومتوازي الاضلاع
والسدس المنتظم والاشكال المنتظمة
- (في الارتباط الواقع بين ضلع الشكل المنتظم ونصف قطر الدائرة المرسومة عليه)
- ١٦٤ نسبة ضلع المثلث المنتظم المرسوم في الدائرة لنصف قطرها
- ١٦٤ نسبة ضلع المربع المرسوم في الدائرة لنصف قطرها
- ١٦٤ نسبة ضلع الخمس شرحه
- ١٦٤ نسبة ضلع السدس شرحه
- ١٦٤ نسبة ضلع السبع شرحه
- ١٦٤ نسبة ضلع العشر شرحه
- ١٦٥ تقسيم مستقيم قطعة ذات وسط وطرفين وكيفية أخذ مساحة الشكل الغير منتظم
- * (في مساحة السطوح المستديرة) *
- ١٦٥ إيجاد مساحة الدائرة المعلوم محيطها وإيجاد محيط الدائرة المعلوم نصف
قطرها وإيجاد مساحة الدائرة المعلوم نصف قطرها وإيجاد نصف قطر
الدائرة المعلوم مساحتها
- ١٦٧ مساحة قطاع الدائرة وقطعة الدائرة

- ١٦٩ إيجاد قطر قطعة الدائرة المعلوم سهمها ووترها وإيجاد قوس قطعة الدائرة
١٧١ مساحة سطح الخالق الدائرية القطع الناقص ومحيطه ومساحة سطحه
١٧٢ القطع المكافئ ومساحة سطحه العقد السديني ومحيطه ومساحته
(مساحة حجم الاجسام وسطوحها)
١٧٣ حجم المنشور وسطحه المحدث والمكعب ومتوازي المستطيلات
ومتوازي السطوح وحجم المنشور الناقص المقطوع بمستو مائل على قاعدته
١٧٥ الهرم وحجمه وسطحه المحدث والمهرم الناقص وحجمه وسطحه
المحدث وحجم كثير القواعد
١٧٧ الاسطوانة ذات القاعدة المستديرة وحجمها وسطحها المحدث
١٧٨ إيجاد قطر قاعدة الاسطوانة المحدثية والظروط المحدث وحجمه
١٧٨ السطح المحدث للظروط القائم والمائل والظروط الناقص وحجمه
١٨٠ السطح المحدث للظروط الناقص القائم والمائل
١٨١ الكرة وسطحها وإيجاد قطرها وحجمها وشدة الكرة وسطحها
١٨٣ ضلع الكرة وحجمه والمنطقة الكروية
١٨٤ مساحة المنطقة الكروية ذات القاعدة وذات القاعدتين
١٨٥ القطاع الكروي وحجمه وسطحه المحدث
١٨٧ حجم القطعة الكروية ذات القاعدة وذات القاعدتين وسطحها المحدث
١٨٨ حجم القطع الناقص وسطحه المحدث
١٨٩ حجم القطع المكافئ وإيجاد حجم الاجسام الغير منتظمة بواسطة المساء
(في الانخساب)
١٨٩ حجم الانخساب ومعرفة أكبر ثقل تحمله قطعة خشب ولم ينطس
١٩٦ عمل رومس من خشب معلوم الجنس والامتداد
١٩٦ إيجاد الثقل الذي تحمله قنطرة من الروامس لمرور العساكر
١٩٧ حجم البراميل وإنشاء قنطرة من البراميل
٢٠٠ إيجاد الجوز الذي ينطس من قلوكة كاشته بقنطرة عسكرية بسبب ثقلها بثقل
معلوم

(٩)

صغيفة

- ٢٠١ إيجاد الثقل الذي يشحن في فلوكة بشرط أن يغطس جزء منها لحدارتها معاروم
- ٢٠٢ كيفية وضع القنطار العسكرية المصنوعة من الفولاذ
- ٢٠٣ في الخواص الجيدة للأخشاب وعيوبها وحفظها
- *(في الرسم على قطاع الأشجار لتشرها قطعاً لاشغال)*
- ٢٠٧ طريقة رسم أكبر مربع يمكن رسمه على قطاع قطعة خشب مستديرة
- ٢٠٨ معرفة مقدار ضلع أكبر مربع يمكن رسمه على قطاع قطعة خشب مستديرة بالحساب محيط قطاعها معلوم
- ٢٠٩ رسم أكبر مستطيل يمكن رسمه على قطاع قطعة خشب شكله قطع ناقص
- ٢١٠ تعيين نصف قطر قطعة خشب مستديرة بحيث أنه يحدث من شقها مربع عتسان
- متساويتان ضلع احدها معلوم
- ٢١١ طريقة استخراج الجزء الصلب الذي يصلح للبناء من شجرة
- *(في أخشاب السقوف وقوائنها على حسب أجناس الخشب)*
- ٢١٢ في الاعتاب الخشب الملبسة بالحديد
- *(في مخفيات سلك الحديد وغيرها)*
- ٢١٣ اتصال اتجاهاين متقاطعين ومتساويين بقوس واحد
- ٢١٤ طرق تخطيط قوس على الأرض بجهول المركز نصف قطره معلوم ومقدار كل من المماسين والزوايا المحصورة بينهما
- ٢١٩ اتصال مماسين متلاقين غير متساويين بمخزن قطع مكافئ أو بقوسين مختلفين
- ٢٢٦ اتصال مماسين متلاقين بمخزن مقارب قوساه متماسان ونصفا قطريهما مختلفان أو متساويان
- ٢٢٨ اتصال مماسين متوازيين بقوسين متماسين نصفه قطرهما مختلفان يمران بنقطة من معلومتين عليهما
- ٢٣٠ اتصال مماسين متوازيين بقوسين متماسين تمر نقطة تمامهما بنقطة معلومة على مستقيم ماثل عليهما

- ٢٣٢ اتصال اتجاهين متوازيين بمنحني مقابلين نصف قطريه مختلفان أو متساويان
بحر مستقيم مائل عليهما
- ٢٣٣ اتصال بمماسين متوازيين بمنحني مقابلين بحر مستقيم عمود على أحدهما
(في قوانين حساب المثلثات المستوية)
- ٢٣٤ قوانين القوس الموجبة والسالبة المأخوذة في الجهة التي تحت القطر
والقوسين المتكاملين
- ٢٣٥ الارتباطات الواقعة بين المخطوط المساحية لقوس
- ٢٣٦ القوانين التي يؤخذ منها الجيب وجيب التمام لمجموع قوسين وفاضلهما بواسطة
جيب هذين القوسين وجيب مقيمهما
- ٢٣٦ الارتباطات الكائنة بين ظل مجموع قوسين أو ظل فاضلهما وبين ظلي هذين
القوسين
- ٢٣٧ الارتباطات الكائنة بين مجموع أو فاضل جيبين أو جيب مقيمين لقوسين
وبين جيبهما وجيب مقيمهما
- *(في حل المثلث القائم الزاوية)*
- ٢٣٨ المعلوم الوتر وزاوية حادة أو ضلع وزاوية حادة والمطلوب حل المثلث
- ٢٣٨ المعلوم الوتر وضلع والمطلوب حل المثلث
- ٢٣٩ المعلوم ضلع القائمة والمطلوب حل المثلث
- *(في حل المثلث الغير قائم الزاوية)*
- ٢٣٩ المعلوم ضلع والزاويتان المجاورتان له والمطلوب حل المثلث
- ٢٣٩ المعلوم ضلعان والزاوية المقابلة لأحدهما أو الزاوية التي بينهما والمراد
حل المثلث
- ٢٤٣ المعلوم الاضلاع الثلاث والمطلوب حل المثلث
- ٢٤٣ و نصف القطر الى أصله في القوانين التي فرض فيها أنه $1 =$
(في استعمال جداول المخطوط المساحية ولوغاريتماتها)
- ٢٤٣ إيجاد لوغاريتم جيب وجيب مقيم وظل وظل مقيم زاوية مشتملة على درج
ودقائق أو على درج ودقائق وثوان

- ٢٤٤١ إيجاد لوغار يتم جيب أو ظل زاوية حادة
- ٢٤٥٠ المعلوم زاوية حادة والمطلوب إيجاد لوغار يتم جيب متممها أو ظل متممها
- ٢٤٦ المعلوم لوغار يتم جيب أو جيب متم أو ظل أو ظل متم زاوية والمطلوب إيجاد الزاوية بشرط أن هذا اللوغار يتم لم يوجد في الجدول
- ٢٤٦ المعلوم لوغار يتم جيب أو ظل زاوية والمطلوب تعيين هذه الزاوية
- ٢٤٧ المعلوم جيب المقيم أو ظل المقيم زاوية حادة والمطلوب إيجاد الزاوية المذكورة
- ٢٤٩ إيجاد الزاوية باستعمال المقيم وبدون استعمال المقيم
- ٢٥١ المطلوب تعيين ارتفاع بناء يمكن الوصول إليه بأرض أفقية أو لا يمكن الوصول إليه
- ٢٥٣ المطلوب قياس ارتفاع جبل
- ٢٥٤ المعلوم أضلاع المثلث والمطلوب تعيين زواياه بمقادير رقمية
- ٢٥٦ المعلوم ضلعان والزاوية المقابلة لأحدهما والمطلوب حل المثلث بمقادير رقمية
- ٢٥٨ تعيين بعد نقطة معلومة عن أخرى لا يمكن الوصول إليها على الأرض
- ٢٥٩ تعيين البعدين نقطتين لا يمكن الوصول إليهما على الأرض
- *(في الميزانية)*
- ٢٦١ الميزانية والفرق بين التوازن الحقيقي والظاهرى وانتخاب محل وضع الآلة
- ٢٦٢ عمل الميزانية بالباروميتر وصف قاعة المهندس الشهير بوردلو
- ٢٦٣ إيجاد ارتفاعات نقاط طرق أو غيره عن مستوى المقارنة بفرض أنه تحت أو فوق الطريق
- ٢٦٦ كيفية عمل جدول الميزانية على حسب فرض مستوى المقارنة تحت أو فوق القطعة أرض
- ٢٦٦ ميزان الميزانية وتبيينها من الجدول في ورق الرسم
- ٢٦٧ طريقة تقسيم مياه ترعة
- ٢٦٩ طريقة عمل الحواجز المعدة لازدياد المياه وسرعتها في الترع والحواجز المعدة لتحويل اتجاه تيار نهرا وترعة

(في المولى)

- ٢٧٥ طريقة تشخيص مستقيم على الأرض يمكن الوصول الى نهايته أو لا يمكن
الى الوصول نهايته
- ٢٧٥ طريقة تنصيف زاوية
- ٢٧٦ رسم زاوية تساوى أخرى معلومة على مستقيم معلوم في نقطة معلومة عليه
- ٢٧٢ إقامة عمود على وسط مستقيم انزال عمود على مستقيم من نقطة معلومة
- ٢٧٢ إقامة عمود من نهاية مستقيم لا يمكن مده من تلك النهاية
- ٢٧٢ إقامة عمود من نهاية مستقيم بالجبل
- ٢٧٣ انزال عمود من نقطة لا يمكن الوصول اليها على مستقيم بالشواخص
- ٢٧٣ رسم مستقيم مواز لآخر رسم مستقيمان متوازيين رسم مستقيم مواز لآخر
من نقطة بالشواخص
- ٢٧٤ الشكل المنتظم ومقدار زاويته المركزية وزاويته المحيطية
وزواياها المحيطية ومقدار نصف قطر الدائرة المرسومة عليه
- ٢٧٥ مقدار ضلع الشكل المنتظم متى علم نصف قطر الدائرة المرسومة عليه
- ٢٧٦ رسم برج شكله مسبع منتظم ضلعه معلوم ونصف قطر الدائرة المرسومة
عليه على الأرض بواسطة الجبل
- ٢٧٧ رسم الاشكال المنتظمة بالبرج والمسطرة داخل دائرة معلومة
- ٢٧٧ تقسيم مستقيم الى اقسام متساوية أو متناسبة
- ٢٧٧ ايجاد الرابع المتناسب لثلاث مستقيمان معلومة والثالث المتناسب أو الوسط
المتناسب لمخطين
- ٢٧٨ اقسام مستطيل تقاضل أو مجموع ضلعيه المتجاورين مساو مستقيم معلوم
ومكافئ لربع معلوم
- ٢٧٩ انشاء مربع نسبته لآخر كنسبة مستقيمين معلومين
- ٢٧٩ انشاء مستقيم يمر بنقطة داخل زاوية بشرط أن يكون بزاوية الواقعة بين
النقطة وضلعي الزاوية متساويين
- ٢٨٠ انشاء مربع مكافئ لتوازي الاضلاع أو مكافئ لثلاث

- ٢٨٠ إنشاء مستطيل على مستقيم مكافئ لآخر معلوم إنشاء مثلث مكافئ لكبير
الاضلاع
- ٢٨٠ إنشاء مربع مكافئ لربعين أو لفرق بينهما إنشاء شكل عشابه لشكل
ومكافئ لآخر
- ٢٨١ تقسيم دائرة ثلاثة أقسام متكافئة تكرار دائرة بقدر ما يراد إنشاء دائرة
تكافئ لثلاث دوائر
- ٢٨٢ رسم قطع ناقص يمر بثلاث نقط دفععة واحدة ورسم مماس له من نقطة عليه
وتعيين مركزه وتعيين محوريه
- ٢٨٣ رسم بيضاوي على مستقيم معلوم القطع المكافئ ورسمه ورسم
مماس له من نقطة عليه ورسمه متى علم ارتفاعه وعرضه
- ٢٨٤ القطع الزائد ورسم قوس منه معين الامتداد بالمسطرة ورسم مماس له
من نقطة عليه
- ٢٨٦ رسم المنحنى الدائري والمنحنى المخروطي
• (في الاستاتيكا) •
- ٢٨٧ توازن جسم واقع عليه قوة أو أكثر
- ٢٨٨ مقدار محصلة قوتين مختلفتي المقدار أو متساويتين ومعاوضتي الاتجاه
- ٢٨٨ ما الذي يحصل للنقطة التي يقع عليها ثلاث قوى
- ٢٨٨ ما الذي يحصل للنقطة التي يقع عليها ثلاث قوى متساوية بحيث إن اتجاهاتها
تقسم المحيط الذي مركزه النقطة المذكورة ثلاثة أقسام متساوية
- ٢٨٨ مقدار محصلة قوتين متوازيتين ومتحدتي الجهة واقعتين على نهايتي مستقيم
وتعيين موضع نقطة المحصلة
- ٢٨٨ اتجاه مقدار شدة ثلاث قوى ليست في مستو واحد واقعة على نقطة واحدة
مينة شداتها ثلاثة مستقيمات بحيث تكون النسبة بين الثلاث قوى لبعضها
كالنسبة بين مقادير شداتها
- ٢٨٩ مقدار محصلة ثلاث قوى متعامدة مختلفة أو متساوية المقدار
- ٢٨٩ تحليل القوة المحصلة المعروفة مقداراً واتجاهاً بمستقيم إلى ثلاث قوى غير
موجودة في مستو واحد ومعاوضة الاتجاه

- ٢٩٠ في عزم القوى ومراكز الثقل وقوانين سقوط الاجسام
٢٩٢ قوانين القوة المركزية الطاردة واصحاب مركز ثقل جسم بالتجربة
٢٩٤ مركز ثقل مستقيم مركز ثقل متوازي الاضلاع ومركز ثقل محيطه
٢٩٤ مركز ثقل دائرة أو مركز ثقل محيطها مركز ثقل متوازي السطوح
أو مجسمه
٢٩٤ مركز ثقل الاسطوانة القائمة أو المائلة والكرة أو مجسمها
٢٩٥ مركز ثقل محيط شكل منتظم أو سطحه مركز ثقل مثلث
٢٩٥ مركز ثقل محيط أو سطح مضلع ما مركز ثقل هرم ثلاثي وقوس دائرة
٢٩٧ قوازن الرافعة وأنواعها وقوازن القوى التي تؤثر بعضها في بعض بالحبال
٣٠١ البكر العيارات الملفات الطارات المسننة والضروس
٣٠٧ العفرية قوازن جسم على سطح مائل المص
٣١٠ الطلونات الطلونة الماصة والسكاسة والماصة السكاسة
وطلونة المحرقة

(في الابنية)

- ٣١٤ انشاء العودا لتوسكافي الزخام ونحو اوصافه الجميدة وعيوبه وقطعه من
المجبل وصقله
٣١٧ الاجار الصلبة وغير الصلبة الاجار الصلبة الغرقالية للصقل
٣١٩ الاجار البيضاء الحجرية الرخوة كيفية تصلب الاجار اجار الطواحين
٣٢٠ اجار الجريس حجر الصوان حجر البازلت المعروف بحجر الطين
٣٢٠ في الطوب عمل الطوب الفخ والاجر تجهيز الطين ضرب الطوب
تجفيفه ووقفه
٣٢٤ الجير عمل الاجيار عمل السكوش حرق الجير اطفاء الجير
٣٢٨ الرمل المحرق البوزلانه القصر على الجص
٣٣١ الخرسانة صناعة المون المون المستعملة في قطر مصر الخفافقي
٣٣٣ مون مائعة من سريان الماء والرطوبة والغازات من جدار الحائط لآعلى
٣٣٤ مقدار عرض الاساس بالنسبة لسايقه ومخمس الارض

- ٣٣٤ بناء المحيطان بالحجر النحت أو بالدش أو بالأجر أو بالطوب النقي
- ٣٣٧ بناء المحيطان بالحجر سان أو بالطوف
- ٣٣٨ عمل الخاشب والمحيطان البغدادي
- ٣٤١ قانون عمل حيطان الأسوار وما كانت في شواطئ البحار أو في وسط القرى
- ٣٤٢ عمل سور منتظم الشكل أو مستديره
- ٣٤٣ عمل المحيطان السائدة للآتربة أو السائدة للياه
- ٣٥٠ عمل حيطان المساند المصنوعة من الدش بدون مونة
- ٣٥١ عمل حيطان وجوه الاماكن سواء كان المسكان بسيطا أو مركبا
- ٣٥٢ عمل حيطان المحواجر أو المحيطان السويى أو البغدادي
- *(في المقاييس)*
- ٣٥٣ في الميتر وضعفاته وأقسامه ومقياس السطوح والمجسمات
- *(في مقارنة بعض المقاييس بالمتر)*
- ٣٥٤ مقارنة أنواع الذراع بالمستر والباع والميل الماشعى والفرسخ والبريد والقدم الفرنساوى والانكليزى والفساوى وقدم الروسيا والصين والعثماني وكذا الباردة وطول محيط الدائرة الارضية وطول الدرجة والفرسخ البرى والبحرى والميل البرى والبحرى
- ٣٥٥ مقارنة الأردب بالمتر المكعب وبالمتر وما يشتمل عليه المتر المكعب من قرب الماء ومقارنة الرطل الصغير وأجزائه بالمتر المكعب
- ٣٥٦ في الجرام وضعفاته وأقسامه والقنطار وأجزائه ومقارنة القنطار وأجزائه بالجرام
- ٣٥٧ مقارنة القعجة أو الحجة بالجرام وكذا القيراط وكذا الدرهم المصرى والتقال والاقية والرطل والقنطار والاقه والقنطار الاسكندرى بالجرام
- *(في الانتقال النوعية)*
- ٣٥٨ أمثلة في الانتقال النوعية للأجسام جدول الانتقال النوعية للأجسام الجامدة
- ٣٦٤ جدول الانتقال النوعية للساعات والغازات

(تحويل المقاييس الى بعضها)

٣٦٦ تحويل الاذرع الى أمتار وعكسه تحويل الاذرع المهارية المربعة الى أمتار مربعة وعكسه

٣٦٧ تحويل الاذرع المهارية المكعبة الى أمتار مكعبة وعكسه

٣٦٧ تحويل الفدان الى أذرع مهارية وتحويل الاقصاب المكعبة الى أمتار مكعبة وعكسه

٣٦٨ تحويل الامتار المربعة الى أقصاب مربعة وعكسه

تحويل الارطال الى أوق وعكسه والدراهم الى أرطال وعكسه

تحويل الدراهم الى أوق وعكسه

(في معدلات أبنية قطر مصر)

(معدلات المحروسة)

٣٦٩ ما يخص الذراع من الجير الباسى المحى

٣٧٠ ما يخص الذراع المربع من الجبس فى البيضاء ولصق الاجار والرخام

٣٧١ ما يخص الذراع من الطين المحلو ما يخص الذراع من القصر مل

٣٧٢ ما يخص الذراع المربع من دق السكبان

٣٧٣ ما يخص الذراع الخفافى من الزاط والزيت المحار

٣٧٤ ما يخص الذراع المكعب من الديش

٣٧٤ ما يخص الذراع المكعب من الاسبر والطوب النى والطوب الاصولى والطسين الاصولى

٣٧٤ ما يخص الذراع من الحمره ما يخص القنطار من سبك الرصاص

٣٧٤ مقدار شغل النفر البناء فى اليوم الواحد من الاذرع

٣٧٥ مقدار شغل المبيض فى اليوم من الاذرع المربعة

٣٧٥ مقدار شغل الخفات فى اليوم

٣٧٦ مقدار شغل الفاعل فى اليوم بحفر جدر بمختلفة الارتفاع

٣٧٦ مقدار شغل النفر فى اليوم بمشال الاتربة على حسب اختلاف بعدد رعى التراب من عمل الحفر

* (١٧) *

مقيده

- ٢٧٧ مقدار الفعله اللازمين الصناعات في اليوم
٢٧٨ مقدار مشال النفر في اليوم من الاصناف
٢٧٨ مقدار الصناعات ومعملي الصناعات اللازمين لهم
٢٧٨ ما يخص الذراع من اخشاب البغداد في المسامير
٢٧٩ اصناف لازمة لاول شباك خرط مثمن طوله ٢,٥ وعرضه ١,٥ وحلقه من
كثله علاهيه وبره من لوح بندق والخرط من لاطه قبرصى
شرحه ثاني شباك انما الخرط من لاطه علاهيه
٢٧٩ ثالث شباك خرط ومن داخله شرحتا زجاج طوله ٢,٥ وعرضه ١,٥
٢٨٠ شباك بشرى حتى زجاج بدون شيشه طوله ٢,٥ وعرضه ١,٥ وشرحه بشيشه
٢٨١ شباك اسكندراني طوله ٢,٤ وعرضه ١,٣٣ بشرى حتى زجاج
٢٨٢ باب حجر طوله ٣ وعرضه ٢ وشرحه باب مكبر
٢٨٣ باب افرنكي بدرفه طوله ٢,١٢ وعرضه ١,٥
٢٨٣ باب بدرفتين طوله ٢,١٢ وعرضه ١,٨٣
٢٨٤ باب حجر طوله ٣ وعرضه ١,٥
٢٨٤ باب قشره ثقليل بالافرنكي طوله ٣ وعرضه ١,٥
٤٨٥ بوابه بدرفه طولها ٦ وعرضها ٤ وشرحه بدرفتين
٢٨٧ تطبيق سقف بالالواح والباصه طوله ١٠ وعرضه ٧ بحمال وكرنيس
٢٨٨ وشرحه بدون جمال وكرنيس
٢٨٩ مقنن شغل النشارين
٢٩٠ مشال المهمات على الحجر المربع له امارات الخناكه واوزاعل واهارات بولاق وشبرا
(معدلات ابنية اسكندريه)
٢٩٢ ما يخص الذراع من الحجر البلى خافى من جبر وحجره وزيت حار
٢٩٢ بياض بالكسوه التي بالحجر والرمل
٢٩٣ بيتا بالحجر والحجره بحملات المياه
٢٩٣ مقدار شغل البنات في اليوم والفعله اللازمين له
٢٩٣ مقدار شغل البنات في اليوم في تحت الاحجار
٢٩٤ مقدار شغل البيض في اليوم وشغل المبلط في اليوم

* (١٨) *

* (معدلات أبينة وجه قبلي) *

ما يخص الذراع من الحجير البلدي	٣٩٥
من البناء بالشوة	٣٩٦
ما يخص الذراع من الجبس	

* (معدلات أبينة دمياط) *

ما يخص الذراع من الحجير البلدي	٣٩٦
ما يخص الذراع من الطوب أو القصرمل	٣٩٧
ما يخص الذراع من الحجير والتراب	٣٩٨
مقدار شغل البناء في اليوم	٣٩٨
مقدار الغلة اللازمة للبناء في اليوم ولتر التراب والقصرمل والحجير والقزام	٣٩٩
مقدار شغل القزام في اليوم	٤٠٠
مقدار السقاين اللذين للبناء واطفاء الحجير	٤٠٠

* (معدلات أبينة مديرية الغربية) *

ما يخص الذراع من الحجير البلدي	٤٠١
ما يخص الذراع من الجبس ومن الطين المحلو	٤٠٢
ما يخص الذراع من القصرمل ومن الخفاف	٤٠٣
مقدار شغل البنائين في اليوم والعمال اللازمين لهم	٤٠٤
في اليوم والعمال اللازمين لهم	
مقدار شغل الخفات في اليوم ومقدار شغل المبطينين في اليوم والعمال اللازمين لهم	٤٠٥
مقدار شغل النجار في اليوم في الاسقف	٤٠٥

* (معدلات أبينة رشيد) *

ما يخص الذراع من الحجير والدبس والقصرمل أو الحجر ومن الآجر ومن الحجر البهالي ومن الحجر المستور والجبس والطين والمصلح	٤٠٦
ما يخص الذراع من مواد البياض وعماله	٤٠٦
ما يخص الذراع من البلاط ومواد لصقه	٤٠٧
مقدار شغل البناء الواحد في اليوم والعمال اللازمين له	٤٠٧
مقدار شغل المبص في اليوم والغلة اللازمين له	٤٠٨
مقدار شغل المبطين في اليوم والعمال اللازمين لهم	٤٠٨
مقدار شغل الخفات في اليوم	٤٠٨

۴۰۸ مقدار شغل النفر فی اليوم بحفر الاساسات علی حسب بعدی التراب عن الاساس
*(معدلات عملت بالوجه القبلی فی عمارۃ قناطر دیر وط الشریف بتفتیش
هندسة سعاده سلامہ باشا)*

- ۴۰۹ معدل حریق حجرۃ من البشرید
۴۰۹ ما یخص المیتر المکعب من البشرید الاصفر من القناطر قبل حرقه وبعده
۴۱۰ ما یخص المیتر المکعب من الحجر من القناطر والارادب
۴۱۰ ما یخص النفر فی دق الحجر من البشرید فی اليوم
۴۱۰ ما یخص النفر فی دق الحجر من الاسود فی اليوم
۴۱۰ ما یخص الطاحون فی طحين الحجر فی اليوم
۴۱۰ مقدار شغل الانفار فی تکسیر الدبش الی دقشوم ومقدار نقل المیتر المکعب من
الدبش ومن الدقشوم والأتربة
۴۱۱ المقدار اللازم لمحریق الحجر من الفحم والخشب والبوص
۴۱۱ المقدار اللازم لمحریق الحجر من بزر القطن والبوص
۴۱۱ المقدار اللازم لمحریق الحجر من مساحة الخبازہ
۴۱۲ المقدار اللازم لمحریق الحجر من البوص والتبن الاسود
۴۱۲ مقدار الطین والسباخ اللازمین لعل الطوب التي وز من تخمیرہ
۴۱۲ مقدار الانفار وشغلهم فی ضرب الطوب
۴۱۳ معدلان فیما یخص حریق الافطوبہ من الفحم
(معدلات عملت بوجه بحری بتفتیش المرحوم محمدت باشا)
۴۱۳ معدلان فیما یخص المیتر المکعب من الخرسانة المکونة من دقشوم وجبر وجرۃ
۴۱۴ معدلان فیما یخص المیتر المکعب من البناء بالدبش والحجیر والحجره ومقدار
المعدوم
۴۱۵ ما یخص المیتر المکعب من البناء بالآجر والحجیر والحجره ومقدار عادم المونة والحجیر
۴۱۶ ما یخص المیتر المکعب من البناء بالدستور والحجیر والحجره
۴۱۶ ما یخص المیتر المکعب من الدبش والدقشوم والصغیر بالقناطر
۴۱۶ معدل آزل وٹان وثالث وربع فیما یخص المیتر المکعب من تکسیر الدبش
الی دقشوم قدر بیضة الزجاج

* (٢٠) *

(بسم الله الرحمن الرحيم)

بسم الله المجدل عليه والصلاة والسلام على نبيه والدعاء لولي النعم حضرة الخديو الأعظم
 فيقول على مبارك مستشار الأشغال العمومية بالديار المصرية المحمية اني كنت
 قد جئت في أوراق موروقة بأوقات متفرقة معائل هندسية متفرقة من علوم متنوعة
 ولم ترل درر هذه المسائل مودعة في صدف الايام حتى أيرزها الامكان وساعدها
 المرام لاسيما وقد كثرت السؤال عنهما من كثير من الطلاب ورغب فهم نشرهما من
 علم بهما من الاحباب فلذلك لما كنت في نظارة ديوان المعارف العمومية أسلمت
 مقاليدهما للفاضل العارف حضرة السيد أحمد خليل أفندي وكيل مدرسة المساحة
 والمحاسبة إذ ذاك فابرح بي أثر طبعها وبلا حظ بدقة القهر يرشكها ووضعها
 الى ان أسلمها من ابتداء المزمعة العاشرة عند اقصاله من هذه الوظيفة لتوظيفه
 بديوان الأشغال الى الفاضل العارف حضرة علي درنده لي أفندي مدرس الرياضة
 بمدرسة مهندسخانة الخديوية فتعهد بها بحسن دقته المعهودة وزاد في محاسنها
 المشهودة من ابتداء المزمعة المذكورة الى التمام وكما يحسن البدء حسن الختام
 ولم ارجح فيها باب الاستزادة لمساعد أن يحصل من زيادة الافادة فأرجو كل من
 اطالع على هذه المسائل أن يذيلها بكل ما يراه ناقعا في هذا الباب حتى اذا طبعت
 مرة ثانية تدرج تلك الزيادة فيها فتتسع دائرة فوائدها وتكثر معانيها وقدوسمت عقد
 هذه المسائل الثمين باسم (تفكرات المهندسين وتذكرة الراغبين) ففسأل الله أن يجعلها
 أثرنا نفعيا قايما وأن يجعل ثوابها في أوج القبول راقيا يجاهد من انتظم به أشكال
 رياضة العقول والافهام وأزال معلوم دينه الشريف بمجهول الشكوك
 والاوهام عليه وعلى آله وصحبه أتم صلاة وأكل سلام

(هذا كتاب)

تذكروا المهندسين وتبصروا الراغبين

تأليف

سعادة علي باشا مبارك . مستشار المعارف والاشغال والاوقاف

لازال محفوفا من مولاه بالالطاف

آمين

(طبع)

(بمطبعة المدارس الملكية سنة ١٢٩٠)

(طبعة أولى)

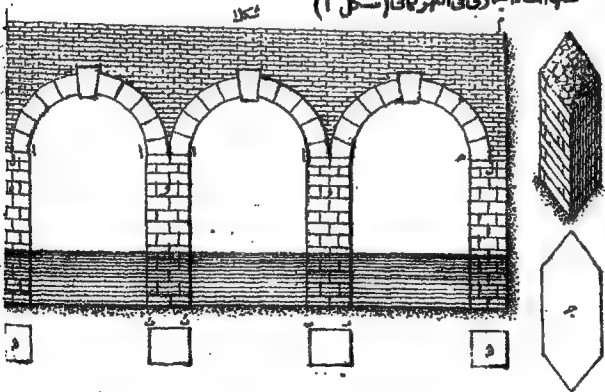
(بسم الله الرحمن الرحيم)

(في بعض مسائل تخص القناطر)

القناطر هي مبان تصنع على الأنهر والترع والخجان لاجل العبور عليها من شاطئ إلى شاطئ آخر وهي نوعان * النوع الأول القناطر الثابتة والثاني القناطر المتحركة أما قناطر النوع الأول فتصنع تارة من بناء وتارة من أخشاب أو من حديد وتكون على أساسات ثابتة مكيّنة بحيث تكون أجزاؤها متربطة ببعضها حتى ترى كأنها قطعة واحدة ويكون فيها كفاية لمقاومة المخاوف الجوية ولا تأثر من الأسباب التي توجب الاتلاف مدة طويلة من السنين

وأما قناطر النوع الثاني فتصنع عادة من أخشاب يمكن بواسطتها استمرار المرور وقطعه وذلك ليكون بالقفل والفتح حسبما يراد وهي مثل القناطر التي تذكور حول محور ثابت والقناطر المصنوعة في أبواب الحصون وهناك نوع آخر من القناطر واستعماله أوفق مثل القناطر المصنوعة من مراكب أو دروamis وتستعمل غالباً في مرور الجيوش ثم إن القناطر المصنوعة من بناء تكون مركبة من جملة أكاف حاملة لعقودات يمر من تحتها الماء مجارياً في النهر كما في (شكل ١)

شكل



ويطلق اسم كف على البناء المصنوع في جنبي القنطرة مثل ل و ل وأما البناء المصنوع في وسط الماء مثل ر و ر فيسمى بغلة .

وجزء البناء المتخني الموصل بين كفتين أو بين كف وبغلة أو بين بغلتين يسمى عقدا والأجزاء الصغيرة المتركة منها العقد تسمى سبخا والنقط . . . الخ تسمى نقط مبتدا

العقد بسبب أن المتخني يبتدئ منها راكبا الموضع في وسط العقد يسمى المفتاح ولأجل بناء العقد يصنعون تخشيبية شكلها شكل العقد وتسمى عند المماريين بالعنوة

وتوضع تلك التخشيبية بين الكفتين وبعد تمام وضعها يصنعون العقد عليها بأن توضع السبخ بعضها فوق بعض على تلك التخشيبية ويكون وضع السبخ مبتدأ من نقطة المبتدأ

من الجهتين سبخة من جهة وتظهر من الجهة الثانية وهكذا إلى أن ينتهي العقد إلى المفتاح وبعد وضعه ترفع العنوة والسبخ بسند بعضها بعضا وفي العادة تملأ المسافة

الساكنة بين العقود بالبش وغيره وتسمى تلك المسافة بالمخصورات وشكل البغلة يمكن أن يكون متوازي السطوح قائما قاعدة مربعة أو مستطيلة يقابل

الماء بسطح من سطوحه والوقوف أن تكون القاعدة كاهرميين في الشكل بزاوية من زواياها مقابلة لاتجاه الماء وتسمى مقدم البغلة والجهة الإضافية لهذه تسمى مؤخر

البغلة ثم أنه من بعد معرفة المحل اللازم إنشاء القنطرة فيه وشروط المنافع المقصودة منها يتوقف إجراء العمل على معرفة الثلاث مسائل الآتية

المسألة الأولى تعيين فمحة القنطرة
المسألة الثانية معرفة شكل العقود

المسألة الثالثة معرفة كبر العقود وأصغرها
فأما فمحة القنطرة أي المسافة الخالية من البناء التي يمر الماشي منها فتعلم من بعد معرفة

سرعة الماء تحت العيون فإذا فرض أن الفمحة كبيرة عن قطاع النهر فضرورة تضعف السرعة تحت العيون عما كانت عليه في النهر وأما إذا فرض أن الفمحة أقل من قطاع

النهر فتزداد السرعة عما كانت عليه في النهر قبل بناء القنطرة
والحالة الأولى تحصل إذا فرض أن الكفتين صارتا وهما ماد انحدر أراضي الشاطئين

بعيدا عن نفس الشاطئين لسبب ما

(٤)

والحالة الثانية فحصل عند ما يكون مجرى الماء محسوسا بالكثفين وحصل ضيق في ذلك المجرى بسبب الكثفين المذكورين أو البقال وانساع مجرى الماء وضيقه كما في حالتين الحاليتين يتفاضل عنهما ضار جسيمة مثلا إذا حصل ضيق كبير في المجرى كما في الحالة الثانية تزداد السرعة جدا وتحصل دوامة أمام كل بغلة ويرتفع سطح الماء ويحصل انصباب عنده الأسباب يؤثر الماء في الأرض ويحفرها ولا يطلع هذا التأثير إلا إذا وصل الماء إلى عمق مناسب لما ضاع من سعة النهر ومن المهم الذي ينبغي التنبيه له أنه متى حصلت زيادة في سرعة جريان الماء يحدث من ذلك تلف أساس القنطرة وربما يترتب عليه هدم القنطرة نفسها وأما إذا حصل نقص في سرعة جريان الماء عن أصلها نقصا كبيرا كما في الحالة الأولى فإنه حينئذ ترسب مواد كثيرة تحت العيون وأمامها وهذا من أكبر المضار

فلاجل معرفة السرعة المطلوبة يلزم أولا اختبار أرض المجرى فإن كانت صلبة لا ينحسر عليها من الحفر يلزم أن السرعة لا تكون كبيرة - لذا حتى لا يحصل منهاد واما ما تعطل حركة سير المراكب ولا ينشأ عنها تعريق للأراضي الجسورة - وإذا كانت أرضا رخوة يمكن أن تتأثر بسهولة من تأثير الماء إذا زادت السرعة فالوفق أن تكون الفتحة موافقة للقنطرة حتى لا تحصل زيادة محسوسة في السرعة الأصلية للنهر

وتعيين الفتحة يتوقف على تعيين سرعة الماء قبل بناء القنطرة وبعد بنائها تحت العيون فإذا علت هاتان سرعتان يتعين بالسهولة مقدار الفتحة المطلوبة

ولتشرع في كيفية تعيين الكميتين المهمتين المذكورتين فنقول لو فرض أن S رمز للسرعة المتوسطة للماء قبل البناء و A رقطة مساحة قطاع النهر كذلك فضرورة كمية الماء التي تمر في وحدة الزمن هي $S \times A$ قط وإذا رمزنا بحرف E إلى سرعة الماء بعد بناء القنطرة تحت العيون وبحرف F إلى الفتحة أي المسافة الحالية من البناء فضرورة كمية الماء التي تمر من تحت العيون أي من الفتحة في وحدة الزمن هي $F \times E$ وحيث أن كمية الماء المارة من القطاع قبل البناء يلزم أن تكون مساوية لكمية الماء المارة من القطاع بعد البناء يلزم أن يكون

$$S \times A = F \times E \quad \text{أو}$$

$$\frac{F}{S} = \frac{A}{E} \quad \text{قط} = \frac{\text{قط} \times S}{E}$$

وعلى

(٥)

وعلى هذا يكفي لمعرفة الفتحة ضرب قطاع الجرى في النسبة بين السرعتين
انما يلزم ملاحظة ان كمية $F \times C$ هي اكبر من الحقيقة بسبب ان الماء عند
دخوله تحت العيون يحصل له انقباض بالضرورة يحصل نقص في مقدار F ومقدار
الفتحة المحققي يصير M ف بفرض ان M معامل ثابت يتعين بالتجربة وعلى هذا
فالمعادلة الحقيقية هي $S \times \text{قط} = M \times F \times C$ ومنها ينتج أن

$$(١) \quad \text{قط} \times S = F$$

$$(٢) \quad \frac{C \times \text{قط}}{F} = \text{أوع} = S$$

فالمعادلة الاولى تستعمل في ايجاد الفتحة اذا علمت السرعة المتوسطة قبل البناء وبعده
والمعادلة الثانية تستعمل في ايجاد سرعة الماء بعد البناء اذا علمت السرعة الاصلية
والنسبة بين قطاع النهر والفتحة

واما مقدار M فقد دلت التجارب التي عملت في هذا الخصوص بمعرفة مشاهير
المهندسين على أنه يساوي ٠.٨٥٠ في حالة ما اذا كانت سطوح البغال مقابلة
لعروق الماء أو ٠.٩٥ = ١ = ٠.٩١ في حالة ما اذا كانت رؤس البغال مقابلة
لعروق الماء

$$(٣) \quad \frac{(2.37187 + C)}{3.10312 + C} \times C = \text{هذه المعادلة} \quad S$$

وهنا تدل على سرعة عرق الماء ويمكن في الاعمال الاكتفاء بهذا القانون

$$(٤) \quad S = 0.82 \times C$$

في جميع الحالات التي فيها سرعة عرق الماء

وحينئذ فن بعد قياس سرعة الماء بواسطة جسم عوام تحسب السرعة المتوسطة S
في المعادلات السابقة وبالنظر لهذا القانون المتقدم يوجد ان مقدار S وع ليسا
متعلقين بعظم الجرى وشكله

(٦)

وعلى هذا فالمقادير الناتجة أيضا لا تكون الافتراضية واما القانون الاتي فيتعين بواسطة السرعة مع الضغط الكافي باعتبار انحدار المجرى

$$س = ٠.٠٧ + \left(\frac{قط \times ح}{ط} \times ٢٢٢٢ + ٠.٠٠٠٥ \right) \quad (٥)$$

قط = قطاع النهر
ح = الانحدار في كل متر
ط = المحيط المغمور

وفي المعادلة السابقة (٥) يفرض ان القطاع والميل ثابتان تقريبا في طول عظيم من مجرى النهر وبهذه الكيفية يمكن ان نفرض ان السرعة المتوسطة ثابتة وفي جميع العمليات التي لا تخرج من هذا الفرض يمكن استنتاج السرعة المتوسطة من القانون السابق مع الضغط ومن بعد عدة تقاريب صاير اقرؤها بمعرفة مشاهير المهندسين على انهر وحقان مختلفة وجدت مقادير آخر للعوامل بوضعها في معادلة (٥) تجعلها تؤول الى هذه

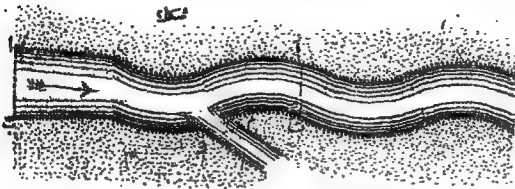
$$س = ٠.٠٣٢٢ + \left(\frac{قط \times ح}{ط} \times ٢٧٢٦ + ٠.٠٠١١ \right) \quad (٦)$$

ومن المهم انه لا يبرر تعيين نقطة القنطرة بعد معرفة كمية الماء المتوسطة السارية في النهر بل يلزم تعيين هذه النقطة باعتبار كمية الماء السارية في النهر في حالة زيادته وحينئذ فكيف قط وس يصير تعيينهما عندما يبلغ الماء أقصى زيادته وفي هذه الحالة ربما يغيب الماء على الشاطئين ويمتد على جزء عظيم من الارض فتتكون سرعة المجرى في الطرفين قليلة مع أنها في الوسط كبيرة فلا جمل أن لا يحصل خطأ أو خطأ في تعيين الكيتين السابقتين يلزم انتخاب محل من مجرى النهر يكون الماء فيه مضطربين الشاطئين ولا يخرج عنهما مدة الزيادة فمن بعد معرفة القطاع والسرعة المتوسطة في هذا المحل يصير تعيين التصرف في هذا القطاع وبناء على ذلك يمكن إيجاد التصرف من المحل المراد عمل القنطرة فيه ونقطة هذا التصرف الاخير على مساحة القطاع في هذا المحل تحصل السرعة المتوسطة المطلوبة وهذا يفرض أن لا يوجد بين القطاعين أي بين قطاع المحل المنتخب لتعيين الكيتين وقطاع محل القنطرة فروق مثل

تربع

(v)

ترع أو مصارف أو غير ذلك لأنه لو وجد بين المذكورين ترع أو مصارف يلزم اعتبار زيادة التصرف المحاصلة في القطاع الأخير كافي (شكل ٢)



مثلاً لو فرض أن المطلوب عمل قنطرة في المثل أ ب الذي حسب فيه قط

فان فرض أن المجرى غير متعبس وكان عرض ذلك المجرى أ ب = ٤٠٠ م وأن عمق الماء = ١٠ م ومن كون أن هذا العمق قليل بالنسبة لهذا الفرض لا يمكن حينئذ تعيين السرعة بنهاية الضبط ومن حيث أنه وجد عمل أ ب متعبس بين صغور

مرتفعة وعرضه أ ب = ١٥٠ م وعمق الماء المتوسط = ٤,٨٥ والمسرعة المتوسطة فيه = ٤,١٠ في الثانية الواحدة فيكون مقدار التصرف من قطاع أ ب

هو ١٥٠ متراً $\times ٤,٨٥ \times ٤,١٠ = ٢٩٨٣$ فلو لم يكن بين أ ب وأ ب

خليج أو ترعة لكانت السرعة المتوسطة في قطاع أ ب هي س = $\frac{٢٩٨٣}{١٤٠} = ٢١,٢٩$ م

وحيث أنه وجد بين أ ب وأ ب خليج م ن الذي وجد من بمقدار قطاع م ن

والسرعة المتوسطة فيه أن يصب في النهر الأول في الثانية الواحدة ١٥٠

فبالضرورة يكون مقدار الماء المار من قطاع أ ب هو $١٥٠ + ٢٩٨٣ = ٣١٣٣$ وعلى هذا تكون السرعة المتوسطة في قطاع أ ب هي س = $\frac{٣١٣٣}{١٤٠} = ٢٢,٣٨$ م

(٨)

فان كانت الارض رابعة فلا يلزم لاجل بناء القنطرة زيادة السرعة عن ٢,٦١ م
وعلى هذا فيلزم فرض $ع = ٢,٦١$ في القوانين الماضية ثم يعطى الى $م$ مقدار
 $م = ٠,٩٥$ لان مقدم البقال يلزم أن يجعل زاوية حادة معرضة الى عرق الماء وعلى
هذا نجد أن الفتحة

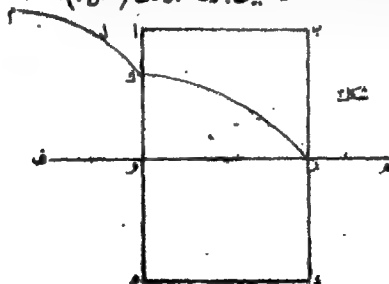
$$ف = \frac{٢,٦١}{٢,٦١ \times ٠,٩٥} \times ١٢٠٠ = ١٢٦٣$$

ومن المهم اذا كان مبدأ العقود تحت استواء كبر ارتفاع الماء في وقت الزيادة
أنه يلزم استعمال $م = ٠,٨٥$

وأما اذا كانت أرض الجرى صلبة وتقاربت صلابتها من صلابة الاحجار ولا يخشى من
انقلاب الجرى اذا زادت السرعة تحت عيون القنطرة فيمكن زيادة السرعة عن ٢,٦١ م
ولتكن مثلا ٣,٥٠ فضرورة تفحص على فتحة أقل من الماضية وبهذا السبب تقل
مصاريف القنطرة والفتحة المذكورة تكون في هذه الحالة

$$ف = \frac{٢,٦١}{٣,٥٠ \times ٠,٩٥} \times ١٢٠٠ = ٩٤٢$$

ثم انه عند تضيق مجرى النهر يجب علينا معرفة هل الدوامات المتكونة تكون عظيمة
فتمطل سير السفن ويحدث منها غرق للأراضي المجاورة أم لا فعل هذا يلزم معرفة
مقدار ارتفاع الدوامة لكل ارتفاع خصوصي للفتحة ولنفرض أن $ا ب ج د$ وجه
البغلة و $هـ$ ف الانحدار الطبيعي لمجرى النهر كما في (شكل ٣).



* (٩) *

ونحيث انه حصل صيق في اتساع النهر لقطاع Δ د تحصل بالضرورة الزيادة في الانحدار والسرعة معا وعلى هذا يأخذ اتجاه سطح الماء اتجاه الخط Δ ر ثم يرتفع هذا الخط من نقطة Δ الى نقطة Δ ل ويأخذ اتجاه Δ م الذي يصير سطحه أفقيا بعد بعد صغير فاذا فرض أن قط سطح القطاع الطبيعي لمجرى النهر

ف سطح القطاع بعد بناء القنطرة أو سطح القنطرة
س السرعة المتوسطة لمجرى الماء قبل بناء القنطرة
ع السرعة المتوسطة للماء تحت العيون بعد بنائها
ر الانحدار في كل متر من طول مجرى النهر
ط طول البغلة Δ د أو اب
ش الارتفاع Δ ل و لدوامه
ج جذب الارض

ومعلوم أن السرعة في النهر الواحد مناسبة عكسا لسطوح القطاعات المقابلة لها

$$\text{يكون} \quad \frac{\text{قط}}{\text{ق}} = \text{ع} \times \text{س}$$

والارتفاعات المقابلة للسرعة ع و س هي

$$\Delta \text{ ل ك} = \frac{\text{قط}^2}{\text{ق}^2} \times \frac{\text{س}^2}{\text{ر}^2} - \frac{\text{س}^2}{\text{ر}^2}$$

ولكن من حيث ان النسبة $\frac{\text{قط}}{\text{ق}}$ لم تكن النسبة العكسية حقا الى السرعة $\frac{\text{ع}}{\text{س}}$ بسبب انقباض صرف الماء والاحتكاكات في سطوح المنافذ يلزم تغيير هذه

النسبة بهذه $\text{م} \times \frac{\text{قط}}{\text{ق}}$ وهنا م كمية يلزم تعيينها بالتجربة وعلى هذا يكون

$$\Delta \text{ ل ك} = \frac{\text{س}^2}{\text{ر}^2} \left(\text{م} \times \frac{\text{قط}}{\text{ق}} - 1 \right)$$

تذكره

=(10)

واما مقدار ك و الذى هو ارتفاع الدّوامة فهو متعلق بالانحدار الذى يكون فى طول البغلة وحيث كان هذا الانحدار قبل بناء القنطرة ط x ح يصير بعد البناء

ط ح م $\frac{ق}{ق}$ لان الانحدارات تزيد مع الارتفاعات المقابلة للسرع وحيث ان يكون

$$ك = ط ح م - \frac{ق}{ق}$$

فاذا صرّج ك و على ك ل يتحصل على الارتفاع الكلى ل و = م الذى يعاوبه الماء من جهة الامام حيث انه فى جهة الخلف يبقى سطح الماء على حاله فيكون

$$ش = \left(ط ح + \frac{ق}{ق} \right) \left(1 - \frac{ق}{ق} \right) \dots (v)$$

ولنطبق هذا القانون على المثال الماضى فنقول

ان كانت الفتحة ف = ٩٤٢ والانهدار ح = ٠.٠٠١ وان ط = ١٠ = $\frac{ق}{ق}$ طول البغلة فاذا وضعت هذا المقدار فى معادلة (v) مع ملاحظة ان الارتفاع

المقابل للسرعة س = ٢٦١ هو $\frac{ق}{ق} = ٠.٣٤٧٢$ يكون

$$ش = \left(10 \times 0.001 + 0.3472 \right) \left(1 - 2 \frac{1200}{(922) \times 2(0.90)} \right) = 0.3072 = \left(1 - 2 \frac{1200}{(8969)} \right) 0.3072$$

وحيث ان هذا المقدار صغير جدا يكون مقدار الفتحة المعتبر مناسباً لكن بسبب ان الدوامات مضرقة جميع الاحوال يلزم تنقيص ارتفاعها بما يمكن فان فرض ان الارتفاع ش الذى وجد كبيراً يلزم زيادته مقدار الفتحة ف وتبعاً لذلك يتقص مقدار المبرعة ع اوانه يؤخذ الى ش المقدار الذى يرى فيه المابقة ويوضع فى معادلة

(v)

(١١)*

(٧) ويستخرج منها حيثن مقدار ف. ومثي أريد حفظ حساب الارتفاع من
 باستعمال جدول الارتفاعات المقابلة للسرعة، يمكن أعطاه قانون (٧) هذه
 الصورة

$$\left(1 - \frac{ع}{س} \right) \left(ط + \frac{س}{س} \right) = ش$$

وباستعمال $\frac{ط}{م}$ بالنسبة المساوية لها $\frac{ع}{س}$ واجريت عملية الضرب في المعادلة

$$\left(1 - \frac{ع}{س} \right) ط + \left(\frac{س}{س} - \frac{ع}{س} \right) = ش$$

مثلاً بالمقادير الماضية ع = ٢,٥ د س = ٢,٦١ د ح = ١,٠٠١ د ر ط
 = ١,٠ فلا يبقى علينا الا حساب المحدد الثاني من المعادلة

$$ح ط = \left(1 - \frac{ع}{س} \right) ١,٠٠١ = \left(1 - \left(\frac{٢,٥}{٢,٦١}\right) \right) ١,٠٠٧٩٨$$

لان الجدول مبين حالاً ان $\frac{ع}{س} = ٠,٦٢٤٤$ و $\frac{س}{س} = ٠,٣٤٧٢$ ومنها

$$يحصل ش = ٠,٦٢٤٤ - ٠,٣٤٧٢ + ٠,٠٧٩٨ = ٠,٣٤٠$$

فاذا فرض لاجل زيادة السهولة ان ش هو الاجتماع المقابل للسرعة س ا وهو

مقدار $\frac{س}{س}$ يتحصل على مقدار ف من معادلة (٧) وبصير

$$ف = \frac{ط}{م} \left(\frac{ش + ط}{ش + ط + ط} \right) \dots \dots (٨)$$

* (١٢) *

ومنها يستخرج مقدار الفضة لاي مقدار يختار لارتفاع الدوامة ش

$$٢٢ \quad \text{مثلا في المثال السابق الذي فيه ش} = \frac{٢}{٢} = ٠,٣٤٧٢ \text{ و قط} = ١٢٠٠$$

$$\text{و } ٩٠ = ٠,٠٠١ \text{ و ح} = ٠,٠٠١ \text{ و ط} = ١٠$$

فاذا كان لا يراد اعطاء ارتفاع الدوامة زيادة عن ٢,٢ يوضع ش = ٠,٢

$$٢٢٢ \quad \text{فيكون ف} = \left(\frac{٠,٠١ + ٠,٣٤٧٢}{٠,٠١ + ٠,٣٤٧٢ + ٠,٢} \right) \times \frac{١٢٠٠}{٠,٩٠} = ١٠١١$$

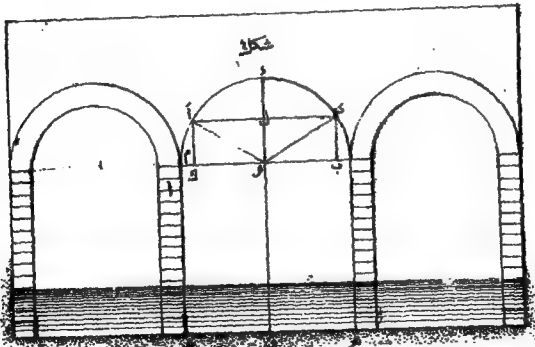
وفي الحالة التي يراد فيها استعمال هذا المقدار لسعة الفضة ويراد استخراج السرعة

المتوسطة تحت عيون القنطرة يوضع ف = ١٠١١ ومعادلة (٢) الماضية تعطي

$$\text{ع} = ٢,٦١ \times \frac{١٢٠٠}{١٠١١ \times ٠,٩٠} = ٣,٢٦$$

ومما سبق كاف فيما يلزم ابرأؤه عندما يراد انشاء قنطرة ولم يبق علينا الا تبين شكل

معنى العقود ولتشرع في ذلك فنقول شكل ٤



(١٢)*

ان هذا الشكل المستعمل في القناطر في الغالب على ثلاثة أجناس الاول المنحنى
الذي هو نصف دائرة وهو ماس لسطحى البغلتين المتكئ عليهما العقد والثاني المنحنى
المرجوفى والثالث قوس الدائرة
والعيون التي منحنها نصف دائرة تكون أسهل ما يمكن انشاؤه ورسمه وأكثر صلاحية
من غيرها لكتها تسد مجرى النهر وينشأ عنها أكبر معامل الاندماج لعرق الماء وطادة
بوضع مبدؤها في أعلى الغرش أو على استواء ا ب الذي هو تحت استواء مياه التجاريق
بحيث انه في هذه الحالة الانخيرة في زمن علو المياه أ ب تركب مساحة الفتحة
بالكيفية الآتية

و ف = ارتفاع مياه التجاريق باعتبار هذه الرموز ل ف = ارتفاع المياه
في الفيضان ا ب = ٢ نق = قطر العقد ا و = نق نصف قطر العقد و ل =
ر - ر = ه ثم نصل و أ د و ب فالفتحة تركب من مستطيل ا ج ب ه
ومن ثلاثة قطاعات وهي ا و أ وقطاع ب و ب ومن قطاع أ و ب
امام مساحة مستطيل ا ج ب ه = ا ب × و ف = ٢ نق × ر

ومساحة قطاع ا و أ = $\frac{1}{6} ا و \times قوس ا ب$ = $\frac{نق}{٦} \times قوس ا ب$ أ
ومساحة قطاع ب و ب حيث انه مساو لقطاع السابق فتضاعف مساحة القطاع
السابق وتكون حينئذ الة على مجموع القطاعين أعنى مساحة قطاعي ا و أ ب و ب

$$= ٢ \times \frac{نق}{٦} \times قوس ا ب = نق \times قوس ا ب$$

وأما مساحة القطاع المنفرد أ و ب = $\frac{نق}{٦} \times قوس أ و ب$

فإذا جمعنا هذه المقادير على بعضها فحصلنا على المساحة الكلية للفتحة المطلوبة وبالرمز
للفتحة بهذا الرمز فتح نجد

$$فتح = ٢ نق \times ر + نق \times قوس ا ب + \frac{نق}{٦} \times قوس أ و ب$$

(١٥)

وحيث أن مساحة قطاعي أ و أ + ب و ب = تق × طول قوس أ م أ = تق ط ×

$$\frac{748000 \times 31416 \times 100}{748000} = \frac{748000 \times 31416 \times 100}{748000} = \text{هـ}$$

$$36,292 = \text{أ و مساحة قطاعي أ و أ + ب و ب} = 36,292$$

$$\text{فإذا قسم } 36,292 \text{ على ربع القطر أعني } \frac{36,292}{4} = 9,073 \text{ فإذا طرح}$$

طول مجموع قوسي أ م أ و ب المتساويين من مقدار طول نصف المحيط
أعني $31,416 - 7,208 = 24,208$ وهو طول قوس قطاع أ و ب
بالمتر وتكون مساحة قطاع أ و ب = طول قوس أ و ب × $\frac{\text{تق}}{2}$
 $= 24,208 \times 110,788 = 2,681,076$ وبنا على ذلك تكون مساحة الفتحة الكلية

$$\text{فح} = 2 \text{ تق ب} + \text{تق أ} \times \text{قوس أ م أ} + \frac{\text{تق}}{2} \times \text{قوس أ و ب}$$

$$\text{أوفح} = 2 \times 1,2 \times 10 + 1,2 \times 10 \times 36,292 \times 10 + 24,208 \times 110,788$$

$$\text{أوفح} = 120,788 + 36,292 + 24,000$$

$$\text{أوفح} = 181,080 \text{ وهو المطلوب}$$

ويمكن الوصول إلى هذه النتيجة بأن تحسب المساحة الكلية > أ و ب هـ العقد
وهو أن يقال إن مساحة الفتحة الكلية تتركب من مساحة مستطيل أ و ب هـ ومن

نصف دائرة أ و ب ب ومقدارها يعطى الرموز والمقادير الماضية

$$\text{مساحة مستطيل أ و ب هـ} = \text{أ ب} \times \text{و ب} = 2 \text{ تق ب} = 2 \times 1,2 = 2,4$$

$$\times 24,000 = 57,600$$

$$\text{ومساحة نصف الدائرة أ و ب ب} = \frac{\text{ط تق}}{2} = \frac{100 \times 31416}{2}$$

$$= \frac{31416}{2} = 15,708$$

(١٦)

المساحة الكلية للفتحة
وقد نضع هذه المساحة الأخيرة بقانون يحتوي على مجموع مساحتي المستطيل ونصف
الدائرة بهذه الكثيفة

فتح = مساحة مستطيل $a \times b$ + مساحة نصف دائرة $\frac{\pi a^2}{4}$ أو

فتح = $a \times b + \frac{\pi}{4} a^2$ أو

فتح = $\frac{\pi}{4} a^2 + b \times a$ أو

فتح = $\frac{a^2 \pi + 4ab}{4}$ وإذا وضعنا عوضا عن الحروف مقاديرها نجد

فتح = $\frac{100 \times 3.1416 + 4 \times 10 \times 4}{4}$ أو

فتح = $\frac{314.16 + 160}{4}$ أو

فتح = $\frac{474.16}{4}$ أو

فتح = ١١٨.٥٤

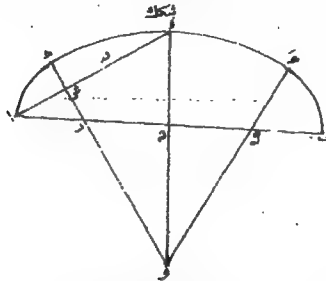
وهو مثل المقدار المعين بالطريقة السابقة وحيث فيمكن استعمال الطريقتين لأجل
تحقيق الحسابات والتقصودات التي شكل منحنيا مرجوف في الصلابة الكافية
وسهولة رسمها تتقارب من سهولة رسم المنحنى نصف الدائرة حيثما يكون قطر الفتحة
التي منحنيا نصف دائرة مرسومة على نصف القطر بدون زيادة الارتفاع ويتكون غالبا
من ٣ مراكز أو ٥ أو ٧ أو أكثر من ذلك ويمكن في الحال بما ذكر من المراكز
من غير زيادة فيها عن خمسة

ولا يكفي معرفة الانساع والارتفاع لأجل تعيين شكل المنحنى المرجوف لأنه يمكن
أن يرسم على قطرين معلومين منحنيات مختلفة عديدة والشرط اللازم هنا هو أن
المماس في الرأس يكون أفقيا وفي المبدأين يكون رأسيا وفي كل حالة خصوصية تفرض
شروطا خصوصية لأجل تعيين أنصاف أقطار كل قوس

وحيثا

* (١٧) *

وحينما يكون العقد غير منخفض جدًا ويكتفي بتركيب المنحنى من ثلاثة أقواس بشرط
في تلك الأقواس الثلاثة أن تكون متساوية وكل منها يساوي $\frac{1}{3}$ المحيط أو ٦٠°
وإن أنصاف الأقطار تقع عن بعضها بقدر ما يمكن والشرطان المذكوران ينشأ عنهما
منحنيان مختلفان عن بعضهما قليلا ففي حالة المنحنى المتركب من ثلاثة أقواس
كل منها ٦٠° نفرض أن $د$ ارتفاع العقد وأن $ا ب$ عرض العقد المذكور
شكل .



ونفرض أن $د$ = $نق$ = نصف قطر قوس الرأس $د$ $د$
وأن $نق$ = $ا ر$ = $ب ل$ نصف قطري القوسين النهائيين $ا$ $د$ $ب$ $د$
فالمسألة هنا تحول إلى وجود أحد المراكز الثلاثة $ر$ $و ك$ $د$ ولأنه لو علم المركز $ر$
فجعل نقطة $ر$ مركزا ونرسم بنصف قطر $ا ر$ قوس $ا د$ = ٦٠° ثم نصل بين
نقطتي $د$ $ر$ بخط $د ر$ ونقده على استقامته حتى يقطع امتداد الارتفاع في نقطة $و$
فتكون نقطة $و$ هي مركز قوس الوسط
فبلى هذا قد تبين مركزان والثالث يتعين تبعا بأن $ا ر$ = $ب ك$ ومن
حيث إن زاويتي $ا ر د$ $ب ك د$ كل منهما = ٦٠° يكون مثلث $ر و ك$
متساوي الاضلاع ويكون $ر ك$ = $د ر$ ومن حيث إن $ا ر$ = $د ر$ $د و$
تفككه

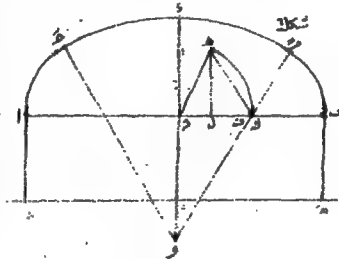
(١٨)

و د ويكون $ا + ر + س = ك = و + ر + ج = د + ه + س$
وبعد ذلك لو فرض أن المجهول هو البعد $ه$ $ر$ الذي نهايته نقطة $ه$ بالنسبة
للمركزين المتناظرين في وسط خط $ا ب$ فإذا فرض أن $ا = ٢$ $ج = ٤$ $د = ٤$ $س = ٤$

يكون $ر = ك = ٢$ $س = ٢$
ومثلت $و + ر$ يعطى $د = ٤$ $و = ٢$ $ر = ٢$ $س = ٢$
ومنها $٢ = ٢ + س = ٤$

ومنها يستخرج $س = ٢$ $و = ٢$ $ر = ٢$ $ك = ٢$
ويمكن رسم أو حساب هذا المقدار بقاية السهولة فلاحظ رسمه يوجد $ه$ $ن = ٤$
 $ب$ ونرسم على هذه القاعدة المثلث المتساوي الاضلاع $ه$ $ن$ $ه$ وننزل عمود $ه$ $ل$
ونجعل نقطة $ل$ مركزا ونرسم بنصف قطر $ه$ $ل$ قوس دائرة يقطع خط $ا ب$
في نقطة $ك$ بحيث يكون بعد $ه$ $ك = س$ شكل ٦

فنقطة $ك$ تكون هي
أحد المراكز المطلوبة
وتستعمل هذه الطريقة
أيضا لتعيين المركزين
الآخرين
وشكل المضي المرجوف
لا يكون فيه أدنى صعوبة
إذا كان مركزا من أقواس
متساوية وكل منها ستون
درجة



ولاجل تعيين نصف القطرين $و$ $د$ $ا$ $ر$ أي $نق$ $د$ $نق$ يلزم ملاحظة أن $نق = ا - د = ر - ج = س$

وإن $نق = و + ر + ج = ٢$ $س + ٢ = ٤$ $نق = ٢$

فلو

(٢٠)

وبوضع هذه المقادير في قانون (١٣) يتحصل أولاً أنصاف الاقطار

$$نق = \frac{٣٧٢-١٧}{٢} = ٥,٩٠١٩٢$$

$$نق = \frac{٣٧٢+٢٢}{٢} = ١٩٨,٠٩٨٠٧$$

$$نق - نق = ٨,١٩٦١٥$$

$$\text{ثم نحسب حدود قانون (١٤)} \quad ٢٠ \times ٤,٢٠ = ٨٤,٠$$

$$\frac{١}{٢} \times (٥,٩٠١٩٢) \times ٣,١٤١٦ = ٢٦,٤٨$$

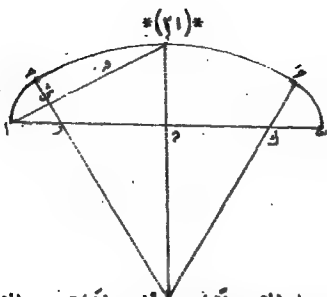
$$\frac{١}{٢} \times (١٩٨,٠٩٨٠٧) \times ٣,١٤١٦ = ١٠٤,٠٧$$

$$٢٢٤,٥٥ = \text{والمساحة الكلية}$$

وبمقارنة هذه المساحة بمساحة العين التي مضمينها نصف دائرة وعرضها وارتفاعها مثل عرض وارتفاع المرجوف السابق نجد أن المرجوف يزداد ١٣^م ولأوردنا حساب الفتحة في أيام الزيادة المفروض ارتفاعها ٤,٧٥^م يقسم الشكل المختلط للعين إلى مستطيلات ومثلثات وقطاعات كما فعل سابقاً ويشاهد أنه لو وضع مبدأ العقد في استواء مياه الفيضان لكانت الفتحة أكبر ما يمكن

ويمكن إجراء ذلك بالمضمّن المرجوف بدون ازدياد الارتفاع انما يلزم انخفاض المضمّن قليلاً لجعل نصف الدائرة مضميناً للعين كان ذلك موجباً لارتفاع العين وهذا غير موافق في كثير من الحالات ولنعتبر الآن أن نصف قطري المضمّن المرجوف نق ونق لا يختلفان الا قليلاً

ولنفرض أن $ا = ح$ وأن $ه = ب$ وأن $نق = ا$ وأن $نق = ه$ وشكل ٧



مثلاً و هـ يعطى (نق - نق) = ٢ (نق - نق) + (نق - ب) ٢
وهذه المعادلة المختلفة على الشرط الواقع بين نصفي القطرين وكيتي د ب

فلو لانا هذه المعادلة بالنسبة الى نق نجد نق = $\frac{٢}{٢} - \frac{(٢ + د)}{٢} - نق$

والنسبة بين نصفي القطرين تكون $\frac{نق}{نق} = \frac{٢}{٢ - نق - نق}$

وحيث انه من الواضح ان نق يلزم أن تكون دائماً أقل من نق فضرورة تكون
هذه النسبة نهاية كبرى متى كان الفرق بين نصفي القطرين قليلاً فلو تساوى بصغر
لكان التفاضل للمجد الثاني بالنسبة الى متغير نق كما ترى

$$٠ = - \frac{٢}{٢} + نق + (٢ \times د) - نق$$

$$\frac{٢ - د}{٢} - (٢ - د) - ٢ + د = نق$$

فلو وضع مقدار نق هنا في معادلة نق يحدت

$$نق = \frac{٢ - د}{٢} - (٢ - د) + ٢ \times د$$

ويمكن اختصار هذه المعادلات بضرب إحدى المعادلات الاولى في

$$(٢ - د) + \frac{٢ - د}{٢}$$

(٢٣)

وقوس العقد \hat{A} و \hat{B} يمتد بتخطي المبدأ \hat{A} و \hat{B} وينتهي الى \hat{C} لان كل قوس دائرة يمكن أن يمر بثلاث نقاط \hat{A} و \hat{B} وهذا الشكل تحدث منه قطعة أقل من المرجوفى متى كانت نقطتا مبدأه مضمورتين فى المسام وهو مضر

وهذا السبب يلزم أن تكون نقطة المبدأ القنطرة التى يستعمل فيها قوس الدائرة فى مستوى مياه الفيضان وإذا أمكن استيفاء هذا الشرط بدون انخفاض كبير فى العقد يكون استعماله بقوس الدائرة أصح من الجميع وأرجح

وحساب المساحة الكلية يؤول الى حساب مساحة مستطيل \hat{A} و \hat{B} ومساحة القطاع \hat{A} و \hat{B} وستخرج نصف القطر \hat{C} و لقوس \hat{A} و \hat{B} بواسطة الكهيتين

$$\hat{A} \text{ و } \hat{B} \text{ من المفروضتين من معادلة } \hat{C} = \frac{\hat{A} + \hat{B}}{2}$$

$$\text{وهنا } \hat{C} = \hat{C} \text{ و } \hat{C} = \hat{A} \text{ و } \hat{C} = \hat{B} \text{ و } \hat{C} = \hat{C}$$

أولاه يجب أن لا زاوية \hat{A} و \hat{B} بواسطة \hat{C}

$$\hat{C} = \frac{\hat{A}}{2} = \frac{\hat{B}}{2}$$

$$\text{وبوضع فى معادلة } \hat{C} = \frac{\hat{A}}{2}$$

ومنى علم نصف قطر \hat{C} وحسب مساحة القطاع كما سبق

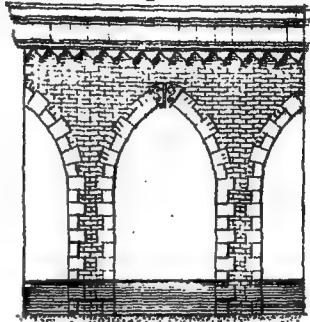
وأما مساحة القطعة المعرضة لمياه الفيضان فهى مساحة مستطيل \hat{A} و \hat{B} وهى أكبر ما يمكن

والثلاثة مفضيات السابقة هى المستعملة والمضى المرجوفى مستعمل عوضاً عن نصف قطع ناقص بسبب أن القطع الناقص ولو أن انحناءه منتظم وأطيف فى المنتظر لكن عيبه صعوبة قطع السبخ وصغرها الفخمة ولم تستعمل إلا آن العيون المحاذية من قوسين متقابلين فى الرأس وإن استعملت فاستعمالها قليل بسبب أنها توجب ارتفاع القنطرة عن الأرض المجاورة لها ولو أنها أسهل فى العمل وأكثر فى الصلابة من غيرها

(٢٤)

وعلى الخصوص بنشأ عنها فتحة قليلة لمرور المياه منها ولم يكن هناك قواعد يشكأ عليها
في انتخاب المكنى اللازم اعطاؤه لعيون القناطر شكل ٩

شكل ٩



ويلزم بعد معرفة الفتحة اللازم
اعطاؤها الى العين ومعرفة فرق
التوازن بين مياه التيارات ومياه
الفيضان والارتفاع اللازم اعطاؤه
الى سطح أعلى القنطرة والمواد
المستعملة لبنائها ودرجة مقاومة
تلك المواد أن ينتخب المكنى الذى
يوافق لاتمام الثروة المحالة
ثم ان اتساع العيون ليس له قاعدة
معروفة انما يلزم أن يكون
متعلقا بالحد الذى تعمل فيه

القنطرة ومع ذلك تنبه على أنه يلزم استعمال العيون الكبيرة فى الأنهر والخجان
والعيون الصغيرة فى الترع والنهيرات وما أشبه ذلك من الحالات التى لا تصل مياهها
الى ارتفاع كبير ولا جل جعل فتحة كافية لمرور المياه منها يلزم أن عدد العيون يكون
عددا مقربا وأن العين الوسطى لابد أن تكون أكبر مما يليها من الطرفين وأن العيون
الباقية تتناقص بالتدريج الى العينين الخارجيتين المتصلتين بالكتفين ويمكن جعل
العيون متساوية وهذا السبب تستعمل عبوة أحد العيون لبقاى العيون الأخرى
وفى هذه الحالة فقط يعاوض سطح القنطرة عن الشاطئ وتكثر المسارييف وعلى أى
حالة يلزم أن يكون لعيون القناطر ارتفاع كاف حتى انه فى زمن الفيضان يوجد
للاجسام القريبة المجاورة بالماء فتحة تفرغ منها تصب العيون فان كانت العيون متساوية
يلزم أن يكون ارتفاعها فوق سطح مياه الفيضان مقداره متر واحد اقل وان لم تكن

متساوية يلزم أن يكون ارتفاع العين الكبرى ٤ و١ والصغرى ٧ و٢ ستتم
وما تقدم لاصعوبة فهمه ومتى كان عرق مكنى العيون يظهر لئلا تصوب ثلاثه لم يصل
العلم لمعلم الضبط التام

الاولى

(٢٥)

الاولى تعيين حملك الاكتاف بالنسبة لسعة العيون وبما يقع عليها من الانتقال
الثانية حملك البغال

الثالثة مقدار حملك العقد عند المفتاح

والاخير هي الاعم من السابقتين لان عظم التدافع واتجاهه و يتبع ذلك المقاومة
الحاصلة من نقط الاتساع مرتبطة بحمل العقد عند المفتاح فلو فرض أن السج لا تقبل
الضغط وأنها موضوعة بعضها فوق بعض من دون سنادات ومون وان العقد لا يحصل
فيه ضغط بكيفية ما

لكان من الواضح لاجل حصول التوازن أن يكون ارتفاع المفتاح كبيرا حتى لا يحصل
كسر الاجزاء من الضغط الواقع عليها، ففرض أن الاكاف لها حمل مناسب وفي هذا
الفرض يجب أن يحسب بالطريقة التي سنشرحها

بأن يحسب مقدار التدافع الافقي الحاصل من نصف العقد على بعضهما وأيضاً مقدار
مقاومة الاجزاء المستعملة في البناء في ذلك يعلم ارتفاع المفتاح مثلاً لو فرض v

التدافع في كل متر وفي مقاومة الاجزاء في كل سنتيمتر مربع من السطح وفرض s
ارتفاع المفتاح مقدراً بالمتر في الضرورة يكون الضغط الواقع على سطح طوله متر واحد
وارتقاعه s مساوياً $1 \times s$ او s متر مربع وكل سنتيمتر مربع من هذا
السطح يحصل منه مقاومة قدرها 1 والسطح الكلي يحصل منه مقاومة قدرها

$$s \times \frac{\text{متر مربع}}{440,000}$$

وحيث ان هذه المقاومة يلزم ان توازن الضغط v يكون

$$v = \frac{s}{440,000} \times v \text{ ومنها يستخرج}$$

$$s = \frac{v}{440,000} \times 440,000$$

ولنفرض مثلاً أن التدافع v وجد $141,000$ كيلو وأن القدمين بأجساد
تسكروا واقع على كل $0,25$ سنتيمتر مربع من سطحها تنقل قدره 2994 كيلو

تفكيره

(٢٦)

وبما أنه لا يلزم تحميل الاجاز زيادة عن ثلث الثقل الذي يوجب كسرها يكون مقدار المقاومة ألف كيلو على كل ٠.٢٥ سنتيمتر مربع أو ٤٠ كيلو على كل سنتيمتر مربع وهذا هو مقدار σ فلو وضع في المعادلة السابقة لوجد

$$\sigma = 0.0001 \times \frac{144}{4} = 0.0036$$

والحساب الماضي مبني على فروضات لا يمكن الحصول عليها في العمل أصلاً فعلى هذا يقتضى ان تعتبرها كنهاية يمكن التقريب عنها ولا يصح الوصول اليها لما يترتب على ذلك من الخطر وهذا الحساب السابق محسوب بالنسبة لقنطرة تويل في فرانسا

وهي من ضمن القناطر الشهيرة ومع ذلك فإن ارتفاع العقد عند المقتطع ١٠٦٢٤ وجميع مشاهير المهندسين استعملوا قوانين تجريبية لاجل تعيين سمك العقد عند المقتطع أحدها ان نفرض أن σ فحة العين مقسمة بالمتر و σ ارتفاع

$$\sigma = \frac{1}{144} + 0.0036 = \frac{1}{144}$$

أعني أن بطرح من $\frac{1}{144}$ من الفحة $\frac{1}{144}$ من الفحة المذكورة ويضاف للنتائج ٠.٢٢٥ ملليمتر والمقادير الناتجة من هذا القانون موافقة لجميع الارتفاعات المستعملة في القناطر المعروفة الآن وعلى الخصوص العيون التي مفتحها نصف دائرة والمقادير الناتجة من هذا تزيد بكثير عن المقادير المستخرجة من القوانين النظرية ومسألة سهلة الا كما لم تحل حلاناً غير أنهما صارت واضحة بما صار من التجارب

على كسر العقود فانه متى وضع المقتطع وانفككت عبوة العقد فجزء آما العلويان

و هـ و هـ يكونا مسنودين لا يضغط بعضهما على بعض ثم انه بواسطة الضغط

الواقع عليهما ونقطة اتكاثهما المشتركة في نقطة هـ من الخنجر الخارج قبل

سلوح الانهيارات الى ان تنضم فيها كما شوهد ذلك دائماً وبعض المعمارين

يقول انه لو وضع فيها فصوص من الخشب لادت الصلابة وقوة الدفع الحاصلة من جزأي

العقد على بعضهما (شكل ١٠)

(٢٨)

ومن الملاحظات الماضية المستنبطة من عدة تجارب يمكن تأويل أجزاء العقد الى أربع روافع كـ ز هـ ر هـ و د و د ك حامل كل منها الثقل المطابق للجزء المناظر لسان العقد ويدور حول نقط الالتقاء كـ ز هـ ر و د و د ك وهي مرتبطة ببعضها بأذرع وبهذه الكيفية تؤول مسألة توازن العقد الى توازن الرافع المذكورة فإذا فرض أن نقط م ر هـ ر م و هـ هي النقط التي تتقابل فيها الرافع بالاعتماد المقامة من مراكز الثقل للأجزاء المقابلة لسان العقد يمكن توهم أن انتقال هذه الأجزاء المحققة في هذه النقط وبما أن العقد مقسوم الى قسمين متقابلين بنقط هـ و د يكفي اعتبار الرافعتين كـ ز هـ و هـ القتين أحدهما وهي الأولى حاملة في نقطة هـ ثقل قدره و في نقطة اتكائها ك والثانية حاملة في نقطة م ثقل قدره و في نقطة اتكائها و وبما أنه لا يحصل اختلاف إذا استعوض الثقل و بثقلين أحدهما في و ومقداره

$و \times \frac{هـ}{هـ} \text{ أو } و \times \frac{هـ}{هـ}$

ونائبهما واقع في هـ ومبين بهذا المقدار $و \times \frac{هـ}{هـ} \text{ أو } و \times \frac{هـ}{هـ}$ فإذا احلنا هذا المقدار الأخير الى قوتين أحدهما أفقية وميمنة بهذا المقدار

$$و \times \frac{و}{هـ} \times \frac{و}{هـ} \quad (١٦)$$

ونائبتهما مؤثرة في اتجاه الرافعة و هـ ومقدارها

$$و \times \frac{و}{هـ} \times \frac{و}{هـ}$$

والمقدار الأول يصير معدوما بسبب القوة الأفقية المساوية له في المقدار والمضادة له في الاتجاه المحاصلة من الجزء الأعلى للعقد هـ و والمقدار الثاني يؤثر في و على الرافعة كـ فيمشتد بقوى على هذه الرافعة ثلاث قوى مختلفة وهي الثقل و المؤثر في هـ والقوة

الرأسية و $و \times \frac{هـ}{هـ}$ المؤثرة في و والثالثة الضغط و $و \times \frac{و}{هـ} \times \frac{و}{هـ}$ المؤثرة في و

في و في اتجاه هـ ويلزم حينئذ لاجل التوازن أن يكون حاصل جمع قدر الثلاث قوى

* (19) *

قوى مأخوذاً بالنسبة إلى نقطة ك معدوماً إذا أنزلنا من نقطة ك أعمدة على اتجاهات هـ، و، س، هـ، س وضربنا كل قوة في العمود على اتجاهها يحصل معادلة التوازن وهي

$$x^u \times \frac{h^k}{k!} \times \frac{h^v}{v!} \times \frac{h^w}{w!} = x^u \times \frac{h^k}{k!} \times \frac{h^v}{v!} \times \frac{h^w}{w!} \times \frac{h^w}{w!}$$

ويمكن تحويل هذه المعادلة الى معادلة أخرى أبسط منها على لحظة أن

$\frac{K \times K - W \times H}{2} = C$

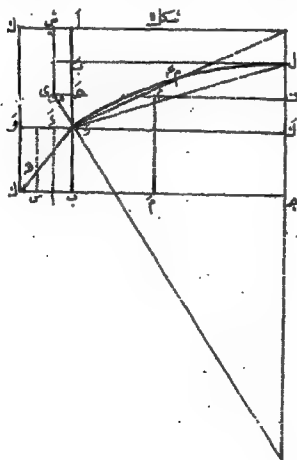
ووضع هذا المقدار في المعادلة السابقة تصير معادلة التوازن هكذا

$$(iv) \quad s^k \times v + v^k \times \bar{v} = s^k \times \frac{k}{k} \times \frac{k \times v}{k}$$

ومعادلة ١٧ تبين الطريقة اللازمة لاتباعها في حساب سمك الاكاف متى علمت نقطتا

الكبرياء^{١٧} ولكن بما أن حسابها صعب وجب أن نعطي مثالا للدلالة عليه

۱۱ کی



(٢٠)

ولنفرض أن العقد قوس دائرة نصفه ك ب ز ل ه ك ونقطة ٢ ب د أو ٢ و ك

= ٢٠ مترا وأن سهم العقد عند المفتاح ه ل = أ وأن ب ز = ه وأن

قوس ز ل = ٢٠ ومن المعلوم أن في كل عقد من هذا النوع نقط الصكر

في المبدئين. وحينئذ فمعمل نقطة ب معلوم ويسهل بناء على ذلك تعيين أطوال بقية

المخطوط والكميات اللازمة للبحث عنها الداخلة في قانون التوازن السابق

(١٧) هي ٢٠ و ٢٠ و ٢٠ و ٢٠ و ٢٠ و ٢٠ و ٢٠ و ٢٠ ومن حيث أن ك ب

في هذا المثال مختلط مع ب ك يكون ف ك يدل على ه ك ويكون ز ك = ب

د = ١٠ أمتار ولا يبقى الا تعيين مقادير ٢٠ و ٢٠ و ٢٠ و ٢٠ و ٢٠ و ٢٠ و ٢٠ و ٢٠

ولنعبر أولاً بالجزء الفعال من العقد المنحصر في شكل ه ش ب ز ل وهذا الجزء

يقعمل بواسطة المخطوط الأفقية ب د و ل والمخط الرأسي أ ب الى مستطيلين أ ب

ل ه وش ب د أ ومثل ب ز د ومثل ب ز ل

فلاجل معرفة المساحة الكلية يبحث عن كل من المساحات الماضية

ففي مثل ب ز د عندنا ب ز = ل = أ وزاوية ب ز د = زاوية

ب د ه = ٢٠ وبواسطة هذا المقادير يوجد ب د = ١٠ و ب د = ٨٧ و

ومن المعلوم أن ب ز = السهم ل ك = ٢٠,٦٨

وحينئذ فيجميع أضلاع الاشكال معاوية وبواسطة تعلم

مساحة مستطيل أ ب ل ه = ١٠,٠

ومساحة مستطيل ه ب د أ = ١٠,٧

ومساحة مثلث ب د ه = ٢,١٧

ومساحة

* (٣١) *

$$\frac{٢٢}{٨,٦٧٨} = \text{س ل} \quad \text{ومساحة مثلث محتلط}$$

$$\frac{٢٠,٣٠٢}{\text{س ل}} = \text{والمساحة الكلية}$$

ولنبه على ان مساحة المثلث المحتلط س ل هي التفاضل بين القطاع س ل م والمثلث س ل ن

لأجل إيجاد ثقل الجزء الفعال من العقد في طول المتر الواحد يلزم ضرب المساحة التي وجدناها في ثقل المتر المكعب من المواد المستعملة انما من حيث اننا لا نحتاج فيما نقصده الا الى معرفة النسبة الكائنة بين ثقل جزأى العقد وهذه النسبة كالنسبة بين السطحين فيمكننا حينئذ ان نضع $٢٠,٣٠٢$ متر مربع وبواسطة مقدار ق نصل الى مقدار م ق أو بعد ثقل الجزء الفعال من العقد الى خط ه ح بملاحظة أن قوة الثقل ق ن بالنسبة لخط ه ح يعنى حاصل ضرب مساحة ش ه س ل ه في بعد مركزه الثقل الى محور ه ح تساوى حاصل جمع ق ن والسطوح المترية منها فاذا حسبنا لكل سطح بعد مركز ثقله يتكون هذا الجدول الآتى

مساحة الاشكال	أسماء الاشكال	مساحة الاشكال	أسماء الاشكال
٢٢	٥٠,٠٠٠	٢٢	٥٠,٠٠٠
١٠,٠٠٠	مستطيل آ ل ه	١٠,٢٥	مستطيل ه ع آ
١,٤٠٧	مثلث س و ح	٢,٢٠٧	مثلث س و ح
٨,٦٧٨	مثلث محتلط س ل	٦٥,٣٤٥	مثلث محتلط س ل

مجموع ٢٠,٣٠٢ ١٣١,٩٧٤
فعلى هذا يكون م \times ٢٠,٣٠٢ = ١٣١,٩٧٤ ومنها

* (٢٢) *

$$٦,٥^{\text{م}} = \frac{١٣١,٩٧٤}{٢,٥٣٠,٢} = \text{ن}^{\text{م}}$$

وبسبب أن نسبة $\text{ك} : \text{م} = \text{ن} : \text{ل} = \text{هـ} : \text{و}$ يكون

$$\text{هـ} = ٢,٣٩^{\text{م}} \quad \text{و}$$

$$\text{ن} = \text{ك} = \text{هـ} = ١,٢٩$$

ولنحسب الآن جزء العقد المقاوم المحصور في شكل $\text{ك} - \text{ب} - \text{و} - \text{هـ}$ وهذا

الشكل يتركب من مستطيل $\text{ا} - \text{ب} - \text{و}$ ومن مثلث $\text{و} - \text{هـ} - \text{ب}$ ومستطيل $\text{ك} - \text{ا} - \text{هـ}$ وحيث أن جميع الأضلاع معلومة ماعدا $\text{ك} - \text{ا}$ المتعلق بمقداره بضلع $\text{ب} - \text{و}$ كافي هذه المعادلة

$$\text{ك} - \text{ا} = \text{ب} - \text{و} = \text{ا} - \text{ب} = \text{ب} - \text{و} = ٥,٥$$

فإذا رمزنا لـ $\text{ب} - \text{و}$ بحرف س فمستطيل $\text{ا} - \text{ك} - \text{هـ}$ تكون مساحته

$$٨,٦٨ (\text{س} - ٥,٥) = ٨,٦٨ \times \text{س} - ٤,٣٤$$

وأما الاشكال الآخر فنحسب مقاديرها بالسهولة كافي هذا الجدول الآتي

مساحة الاشكال	أسماء الاشكال	مجموع المساحة	مساحة الاشكال
٢٢	مستطيل $\text{ا} - \text{ب} - \text{و}$	٢٠	٢٢
٠,٦٢٥	مثلث $\text{و} - \text{هـ} - \text{ب}$	٠,٢١٧	٠,٧٢

$$\text{مجموع} \quad ٢,٧١٧ \quad ٠,٦٩٧$$

فعلى هذا تكون مساحته $\text{ا} - \text{ب} - \text{و} = ٢,٧١٧$ وبمدر كز نقله عن خط $\text{ا} - \text{ب}$

$$٢,٢٦ = \frac{٢,٦٩٧}{٢,٣٩٧} = \text{مساحة الجزء المقسوم هي حينئذ}$$

$$\text{و} = ٠,٧١٧ + ٨,٦٨ \times \text{س} - ٤,٣٤ = ٨,٦٨ \times \text{س} - ٣,٦٢٣$$

وبما

* (٢٢) *

وبما أن ك س يدل في الشكل على بعد مركز ثقل ق الى خط ك ك فاذا أخذنا القدر بالنسبة الى هذا الخط الأخير يحصل عندنا بملاحظة أن بعد مركز ثقل سطح ا ب ع الى خط ك ك هو س - ٢٢٠.

وأن $ق ك س = ٢٠٧١٧ (س - ٢٢٠) + (٨٠٦٨ \times س - ٤٠٣٤)$
($\frac{٢٠٧١٧}{٢}$) ثم نضع المقادير التي وجدت في معادلة (١٧) فنصير

$$٢٠٧١٧ + ٢٠٣٠٢ \times س = ١٠ \times \frac{١٠ \times ١٠٢٩}{٢(٢٠٦٨)} \times ٢٠٣٠٢$$

$$(س - ٢٢٠) + (٤٠٣٤ \times س - ٢٠١٧) (س - ٢٠٠)$$

وهذا يزول الى $٤٠٣٤ \times س + ١٨٠٦٧٩ \times س = ٩٦٠٢١٦$
ومنها نستخرج س أو $س = ٢٠٢$ واذا أجرى الحساب وأخذت بجملة ثخانات اعشارية في جميع المقادير يحدث $س = ٢٠٩٠$

وتعين أبعاد نقط الثقل سهل حينئذ تكون الاشكال مستقيمة الاضلاع كما هي هنا مثلثات قوائم الزوايا ومستطيلات ويكفي معرفة أن نقطة الثقل للمستطيل هي تقاطع قطريه وان النقطة الثقيلة للمثلث هي تقاطع الخط الواصل من زاوية الى منتصف الاضلاع المقابلة فعلى هذا بعد النقطة الثقيلة في المستطيل عن أحد أضلاعه هي نصف الضلع المجاور وأن بعد النقطة الثقيلة في المثلث القائم الزاوية الى أحد أضلاعه القائمة هو ثلث الضلع الآخر من القائمة وأما المثلثات المختلطة فحيث ان حساب الابعاد فيها صعب وعلى الخصوص في العقود المرجونية التي لا بد فيها من تكوين جملة من هذه الاشكال

فالأوفق والمناسب استعمال الطرق الرسومية وهي تؤدي الى مقدار اقرب بعدا من الحقيقة وأسهل تلك الطرق أن يرسم في داخل المثلث المختلط جملة خطوط موازية لاحد أضلاعه المستقيمة وتقسيم الخطوط الموازية المذكورة الى قسمين متساويين ويعبر من نقط التقسيم مخرجين يمرر بها أيضا خطوط موازية كذلك لضلع آخر وتنصف تلك الخطوط ويمرر من نقط التنصيف مخرجين آخر في تقاطع المخرجين في نقطة تكون هي النقطة الثقيلة المطلوبة

تفصيله

(٢٤)

ولو أريد معرفتها بالحساب لكان المثلث المختلط Δ ل هو التفاضل بين القطاع Δ و Δ^m

والقطعة Δ و Δ^m وعلى هذا فقدرته بالنسبة إلى محور Δ هي التفاضل بين قدرتي هذين الشكلين بالنسبة لمحور المذكور وبما أن مساحة مثلث Δ هي نصف $\Delta \times \Delta^m = \Delta^m \times \Delta = 10 \times 2,6790 \times \frac{1}{2} = 13,3970$ وبعد مركز الثقل عن خط Δ يساوي ثلثي $\Delta^m = 6,6667$ وقدرته تساوي $89,3167$ و سطح القطعة يساوي $4,7198$ وبعد مركز ثقله إلى نقطة Δ ومحسوب

على نصف القطر المسار بهذين المركزين ويقسم قوس Δ^m ل إلى قسمين متساويين مقسداً كل منهما $\frac{1}{12} \times \frac{\text{مكعب العقدة}}{\text{سطح القطعة}} = 19,0913$ ومن هنا يستخرج بعد

مركز الثقل للقطعة بالنسبة لمحور Δ $= 0,0707$ ومنها يستخرج مقسداً القدرة $23,9322$ وقدرته المثلث المختلط تكون حينئذ $89,3167 - 23,9322 = 65,3844$ وبما أن مساحتها تساوي $8,6777$ متر مربع يكون بعد مركز ثقله عن محور Δ ح هو

$$7,0348 = \frac{65,3844}{8,6777}$$

وعظم الضغط الأفقي المحاصل من نصف العقدين على بعضه ما داخل في الكجيات المستعملة في حساب الأتلاف ومقداره وجد فيما سبق

$$\frac{2}{3} \times \frac{2}{3} \times \frac{2}{3}$$

وهو معامل Δ في المبدأ الأول من معادلة التوازن (١٧) ومقداره العددي بالتقدير المرفوضة في المثال الماضي يكون

$$20,202 \times \frac{10 \times 1,29}{2(2,68)} = 19,329 \text{ متر مربع}$$

وبكفي ضرب هذا المقدار في وزن المتر المكعب من الحجر المستعمل لأجل تعيين المقدار التام

(٢٥)

التمام للتدافع الافقي فان فرض ان وزن المتر المكعب من الحجر المستعمل ٢٢٦١
كيلو تكون قوة تدافع نصف العقد بن على بعضهما هي ٢٢٦١ كيلو X
١٩٣٣٩ = ٤٣٧٢٥ كيلو ومن هذا يشاهد أن سمك العقد عند المفتاح هو من
جولة الكبات الداخلة في تعيين التدافع الافقي وأن القاعدة المشروحة في (بند ٢)
ليس لها نفع الا في اختبار كون الطول المستعمل لاجل المفتاح هل هو موافق لقائمة
الحجر المستعمل أم لا

والحسابات التي أجريتها وتطبيقات قانون التوازن (١٧) تتوقف على معرفة نقط
الكسر في العقود والتطبيقات بمفردها لا تكفي لتعيين النقط المذكورة بل يلزم
المساعدة بالتجارب وحينئذ مني أريد عمل عقد يلزم بعد رسم منحنيه جعل جولة
فروضات على وضع نقطة د كما في شكل (٨) السابق ثم بحسب كل فرض المقدار
المقابل الى س ك مع ملاحظة نتائج التجارب والقناطر الموجودة التي شكلها يتأزب
من شكل القنطرة التي يراد عملها وأ ك بمقادير ب ك يصير استعماله وموضع نقطة
الكسر يتعين بالمقدار المقابل لقوس س د وأحد مشاهير المعماريين عمل الجدول
الآتي الذي فيه جميع هذه الحسابات لجميع القناطر المستعملة الآن
(وهالك صورة الجدول)

مواضع نقط الكسر	سمك الانكسار	أسماء أنواع العقودات
درجه		
٢٧	٠.٤٥	عقد منحنيه نصف دائرة
٤٥	٠.٦٦	عقد منحنى جوفى منخفص بقدر الثلث
٥٤	٠.٨٢	عقد منحنى جوفى منخفص بقدر الربع
٠٠	٢.٩٥	عقد قوس دائرة قطره ٦٠ فوق اكاف ارتفاعها ٢

وهذه الاعداد بحسب مستوية العقودات مستوية السطح الاعلى ومنحنيا ٢٠ وسمكها عند

المفتاح ١٠ وعدد الدرج المكتوبة في الخانة الاولى بعد من مبدأ المنحنى وعلى القوس
الاصغر في المنحنى المرجوفى نفرض ان المرجونيات للمذ كورة مرسومة من ثلاثة
أقواس متساوية وكل منها $\frac{1}{3}$ سدس المحيط

وهذه النتائج قليلة بالنسبة لعمك الا كاف المستعملة عند مشاهير المعمارين لكن
حيث ان النظريات مفسر وض فيها أن أجزاء العقود مرتبطة ببعضها ارتباطاً تاماً
ولا تقبل الضغط فلا غرابة في كون التجارب تبدل على أسماك أكبر من الأسماك
التي تنتج من النظريات وبالمثل فانه مفسر وض في النظريات السابقة أن كسر العقود
لا يحصل الا بدوران الا كاف حول نهاياتها الخارجة ومع ذلك فيمكن أن الجزء الاعلى
ينزلق على الجزء الاسفل ويحصل انفصال أفقي والمقاومة الناشئة من السكتف لهذا
النوع الثاني من التمركز تتعلق بالتصاق المون وبالاحتكاكات التي لم يسهل تعيين
تأثيراتها الناشئة عنها

ومن التجارب التي أجراها أحد مشاهير المهندسين ظهر ان التصاق المون مناسب
الى السطح ويمكن تقديره بهذا المقدار ٦٩٦٠ كيلو تقريباً في كل مستر مربع من
السطح في المونة المركبة من الجير والزل بمقدار ٣٧٠٠ كيلو في المونة المركبة من الجير
والحمرة أو خلاف ذلك ومقدار هذا الالتصاق يتغير قليلاً بالنسبة الى الزمن ومقداره بعد
السنين الاول عين مقداره بعد جلة سنين والمونة المركبة من الجير والزل لا تنزعج عن
المون الاخر في المباني المائية وفي هذه الحالة مونة الحمرة تنجم بسرعة مع أن مونة الزل
تبقى رخوة والمعماري الشهير المذ كوربين أن النسبة بين الاحتكاك والضغط هي كمية
ثابتة وأن هذه النسبة في احتكاك حجر على حجر من جنسه أو على سطح من المونة انجمد
في الهواء والكمية المقابلة هي متوسط ٠.٧٦.

فاذا أدخلنا هذه المقادير في المسألة في حالة الانفصال الافقي نتحصل على معادلة
التوازن هذه

$$v \times \frac{v}{h} \times \frac{v}{k} = 6960 \times k + 0.76 \times (v + \bar{v})$$

وهذه المعادلة تعطى مقادير تقارب لها هو مستعمل عند المعمارين فاذا لم يعتبر
الضغط الرأسى المحاصل من ثقل الاجزاء العليا للعقد فمعادلة التوازن تصبح

(٢٧)

$$(١٨) \quad \psi \times ٧٦ + \kappa \times ٦٩٦٠ = \frac{\kappa}{\psi} \times \frac{\psi}{\kappa} \times \psi$$

وفي هاتين المعادلتين الأخيرتين لا يمكن اعتبار ψ و κ أنهما سطحان كما سبق بسبب ثقل ٦٩٦٠ الداخلة في المحلة المتعلق بالتصاق المون ولكن قد يمكن أن يبقى لما هذا المعنى باذخار وزن الثقل النوعي للبحر المستعمل أو وزن المتر المكعب منه في المعادلة فان رمزنا لثقل النوعي هذا بحرف θ فمعادلة التوازن (١٨) تصبح

$$\theta \times \psi \times \frac{\psi}{\kappa} \times \frac{\kappa}{\psi} = \kappa \times ٦٩٦٠ + \psi \times ٧٦ \times \theta$$

وحينئذ فكلية ψ تدل على مساحة الجزء الفعال من العقود وكية ψ تدل على مساحة الجزء المقسوم وتطبق هذه المعادلة على حساب عقود مشابهة للعقد الموجودة في الجدول السابق بفرض أن الانفصال يصير في مبدأ العقد وان ثقل المتر المكعب من البحر ٢٦٠٠ كيلوجرام بحيث الجدول الآتي (وصورة هكذا)

مبلغ قطر السكة	مبدأ العقد	أسماء أنواع العقود
١٢ ٣٠	١ ٣٢	عقد اسطوانتي قوس نصف دائرة
٣١ ٣٠	١ ٦٢	عقد مرجوفى منخفض بقدر الثلث
٤٠ ٣٠	٢ ٢٤	عقد مرجوفى منخفض بقدر الربع
٠٠ ٠٠	٣ ٠٩	عقد قوس دائرة قدره ٦٠

وسمك الاكاف في هذا الجدول هو اقل ايضان المعتاد استعماله فان اقتضى الحال زيادة السمك فلانواع غير أن الطرق المتبعة عند المعمارين تعلى اسماء كما كبيرة جدًا

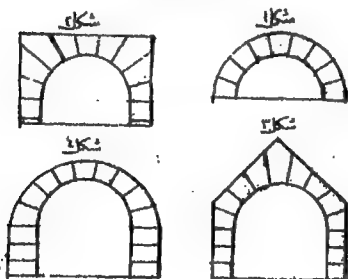
(٣٨)

وليبقى علينا الاتيين سلك البغال وهو يتعين بطريقين بحسب كون البغلة معدة لتحمل العقد فقط أو أنها تستعمل ككف وتقاوم تدافع العقود
ففي القنطرة التي عيونها تنقص واحدة بعد أخرى يقتضى لمنع الخطر أن يعطى الى البغلة القوة اللازمة حتى تقوم مقام كف لانه وان كانت الصلابة تقتضى اتساع الكف لا يلزم اتساعه كثير لما يترتب على ذلك من زيادة انحناء المياه فحينئذ يلزم أن يعطى السلك اللازم فقط ومتى كان القصد بالبغلة هو تحمل سلك العقد تكون مقاومة البحر المستعمل في بنائه هي الشيء المقتضى الالتفات اليه

(ملحوظة)

والعقود الاسطوانية تتركب من منحن داخل وبعيد يتفجج العقد ومنحن آخر مواز له يسمى ظهر العقد فإذا كان المنحنيان مقصدي المركز يقال ان ظهر العقد مواز شكل ١

وإذا استعرض منحن الظهر بخط مواز للأفق يقال ان ظهر العقد أفقي شكل ٢
وإذا استعرض المنحنين بطولين متجهين فوق منحن التفجج في نقطة على محور الوسط يقال ان ظهر العقد مقوس وكذا في شكل ٣
وإذا فرض أن ظهر العقد قوس دائرة وغيره مواز للتفجج يقال ان ظهر العقد قوس دائرة شكل ٤



ويمكن

(٣٩)

ويمكن حساب سلك العقود المذكورة بهذه الطريقة ويلزم في المقدار أن لا يكون سلكه أقل من $\frac{1}{11}$ من قطر التنقيح ويستعمل هذا السلك أيضا في العقود المقوسرة التي قوسها ٤٥ أي سلك يوافق ولا يحصل له خلل فوق الأرض والعقد لا يفي يلزم أن سلكه لا يكون أقل من $\frac{1}{4}$ من قطر التنقيح وسلك المفتاح في الثلاثة عقود المذكورة يستخرج من هذه المعادلة

$$س = \frac{١٠ \text{ نق} + ٤٦.٧٧٧}{١٤٤}$$

س = سلك العقد نق = نصف قطر التنقيح والقانون السابق يوافق جميع الحالات التي لا يزيد فيها نق عن ١٥ والقانون المذكور يوافق العقود المرحونية والعقود المصنوعة من قوس دائرة ويلزم اعتبار نق نصف قطر دائرة الظهور أو الدائرة الخارجة

وفي العمل لأجل حساب سلك رجل العقد التي ارتفاعها لا يزيد عن الجار يفرض أن العقد منفرد أصنى منعزلا ولم ينش عليه من وقوع البناء ويجعل سلك الرجل = نصف نصف قطر التنقيح وسلك العقد = مترا واحدا وفوقه متر تراب ومعنى كانت جولة عقود متجمعة مع بعضها كعيون القناطر فرجل العقد النهائي نحسب بهذه الطريقة ويعطى لسلك الرجل الوسطي مقدار مناسب لما تتحمله من الأثقال أو الضغط (ملحوظة تختص بالعقود الاسطوانية) *

إذا فرض أن العقود المذكورة مجعول لها ظهر بحيث يكون سلكها في استواء المنحصر ضعف سلكها عند المفتاح يمكن حساب سلك العقود المذكورة بالقوانين الآتية إذا فرض أن $ق$ القطر للعقد و $س$ سلكه عند المفتاح ففي العقود المعرضة للجمل الاتقال الجسيمة مثل عيون القناطر مثلا يكون

$$س = ٤٠.٠٠٠ + ٠.٠٠٤ \times ق$$

وفي العقود المعرضة للجمل أثقال معتادة مثل العقود التي تحمل أيا كان السكن والصهاريج يكون

(٤٠)

س = ٢٠ د ٢ + ٢٠ د ٢ = وفي العقود التي لا تحمل فضلا عن ثقلها الخاص
مثل العقود التي تحمل سقف الادوار العقود المصنوعة من الطوب يستعمل هذا القانون

س = ١٠ د ٢ + ١٠ د ٢ = وفي العقود التي ظهرها أفقي وقطرها د
سمكها عند المفتاح يستعمل هذا القانون $\frac{٤٦٧٧+٢٥}{١٤٤}$ وهذا القانون استعماله

المعلم يروى لأجل حساب سمك عيون القناطر والسمك المحاصل فيها للعقود المعرضة
للنمل قليلا

وفي العقود المرحلية يستعمل عوضا عن ضعف نصف قطر قوس الرأس ولو أننا
ذكرنا فيما سبق أن العقود التي سمكها عند الخصر ممتد و فوقها ممتد من الأتربة فيها كفاية
لمقاومة صدم البناء وخلافه لكن لا ضرر في الدلالة على القوانين التي بها استدلوأ على
السمك المذكور

ولنفرض أن قطر العقد الذي ظهره مقوس رؤا = السمك عند الخصر المقضى
حسابه وان قطر عقد ثوبان = ٨١٢١ وان سمك خصر عقد ثوبان

= ٩٧٤٥ فيكون : : : : ومن هنا يكون $\frac{٧}{٢} = \frac{٧}{٢}$

أو = ٣٤١٩٦ د ٢ ورسم المعادلة المذكورة يدل على معنى قطع مكافئ
أبعاده الأفقية هي أقطار العقود والمعادلة الرأسية المطابقة هي سمك الخصر لأجل
أن العقد يكون فيه الصلابة الكافية لمقاومة صدم البناء أو المذوفات وهاك رسمها

قطع مكافئ = ٣٤١٩٦ د ٢



في

* (٤١) *

* (في مقاومة المواد) *

هذه المسألة توجد في علم الميكانيكا مبهرنا عليها الكن لما كان القصد أن يجمع في ملخصها هذا ما هو لازم ومهم للتلاميذ حتى أنه لا يحصل لهم توقف في العمليات المختصة بهذا العلم التزمنا أن نشرح حالات هذه المسئلة بوجه مختصر عار عن النظريات والبراهين ليعرف بواسطة القوانين والمجداول الآتي بيانها المتعلقة بهذه المحالات أولاً الثقل الذي تحمله قطعة من الخشب أو الحديد معلومة الشكل والابعاد بحيث أنها لا تنكسر ولا تتغير طبيعتها وثانياً الابعاد اللازمة للقطعة المفروضة بحيث تعمل بمقاومة بدون انكسار ولا تغير في طبيعتها نقول

إن القطع المستعملة في العمليات سواء كانت من حديد أو من خشب اسطوانية الشكل كانت أو منشورية عرضة لثلاث تأثيرات مختلفة لأنها إما أن تكون موضوعة وضعا رأسياً والثقل واقع عليها من أعلى إلى أسفل في اتجاه أليافها وإما أن تكون موضوعة وضعا رأسياً ومجذوبة إلى الأسفل بواسطة ثقل معلق في نهايتها السفلى وإما أن تكون موضوعة وضعا أفقياً بطرفيها على حاملين مثبتين والثقل واقع عليها بينهما أما النوع الأول وهو ما إذا كانت القطعة موضوعة وضعا رأسياً والثقل واقع عليها من أعلى إلى أسفل في اتجاه أليافها فقد وضعه والجديد ولا موزافيه بالحرف ط ل طول القطعة وبالحرف ب لأصغر بعدى قطع القطعة وهاك صورته

* (٤٢) *

* (جدول ١) *

أسماء المواد		الثقل الذي يمكن وضعه بدون مضرة على كل سنتيمتر مربع من سطح القطع العرضي عندما تكون نسبة الطول ط إلى أصغر الأبعاد ب				أسماء المواد	
ط أقل من ١٢	ك	٠.٢ ٢٣ ٣	٠.٢ ٢٣ ٣	٠.٢ ١٢ ٣	٠.٢ ١٢ ٣	ك	ك
		٠.٥	١٥	٢٥	٣٠ إلى ٤٠	بلوط صلب	بلوط أقل صلابه
٢٠٠	ساق أو حجر الطبخ	٠.٥	٥٦	٨٤٠	١٩		
٧٠	صوان صلب	٧٥٠	٢٠٠٠	٣٥٠٠	٥٠ إلى ٤٠	(تنوب أو شوح أصفر أو أوجر)	
٤٠	صوان معتاد	٠.٥	٤٩٠	٨٠٠	٩٧	(تنوب أو شوح أبيض)	
٧٩	رخام صلب	٠.٥	٤٩٠	٨٠٠	٩٧		
١٥	آجر جيد المحرق	١٦٧,٠٠	٥٠٠,٠	٨٣٥,٠	١٠٠٠	جديد مطرق	
٦	آجر أوجر	٣٣٣,٠	١٠٠٠	١٦٧٠	٢٠٠٠	جديد زهر	
٤	آجر قليل الاستواء	٠.٥	٠.٥	٠.٥	٨٢٣	نحاس صب	
٣٠	حجر جير صلب						
١٢	حجر معتاد						
٥	جص ممتد بالماء						
٧٣٠	شرح بماء الجير						
٤٠٠	خرسانه جوده						
٣,٥٠	(مونه معتاده رمل وجير)						
٤,٨٠	مونه جير وجير						

(٤٣)

فإذا كان المطلوب معرفة الثقل الذي تحمله قطعة من خشب البالوط طولها خمسة أمتار وبعد قطعها المستطيل ١٥ د. و ٢٠ د. يضرب ١٥ × ٢٠ يساوي ٣٠٠ سنتيمترا مربعا ومن حيث أن ١٥ سنتيمتر تساوي $\frac{1}{4}$ من الطول وأن هذا العدد منحصرين ٢٤ و ٤٨ يكون الثقل اللازم وضعه على كل سنتيمتر مربع من سطح القطعة $\frac{300}{24} = 10$ فيسند يلزم ضرب هذا العدد في سطح القطع وهو ٣٠٠ فينتج ٣٠٠٠ وهو الذي تحمله القطعة من الخشب بدون أن تتغير وقد وضعوا جسد ولايمان الثقل الذي اذا وقع على كل ملليمتر ربع يوجب كسره وهناك صورته

(جدول ٢)

أسماء المواد	مقاومة كل ملليمتر ربع
ك	ك
بالوط فرنساري	٣٨٥ الى ٤٦٣
شوح	٤٦٣ الى ٥٣٨
بالوط انكليزي	٢٧١
شوح أبيض	١٣٥
صنوبر أمريكي	١١٣
الدردار	٩٠

وهذا الجدول يجري في إيجاد مقادير الحوامل الثابتة مثل الجيطان والاعدة والا كفاف والحوازيق ونحو ذلك لكن الحوامل المصنوعة من الحديد لا يستعمل في إيجاد مقاديرها لان نصف الثقل الذي يقع على نحو الاعدة التي من جنسها ويلزم في المباني الدائمة أن لا يوضع فوق الأخشاب ثقل يزيد عن $\frac{1}{4}$ الثقل الذي يوجب كسرها وأما المباني القليلة الأهمية أو الغير دائمة فلا يوضع فوق الأخشاب فيها إلا السدس أو الخمس ويلزم أن لا يوضع فوق الحديد والحديد الزهر في الانتقال الدائمة الا خمس أو ربع الثقل الذي يوجب كسرها وأما الحوازيق من الأخشاب فلا يوضع على كل سنتيمتر ربع من سطحها الا ثقل قدره ك ك ٣٠ أو ٣٥

(٤٤)

والمقادير الموجودة في هذا الجدول تستعمل متى كان طول القطعة لا يزيد عن أصغر
بعدى قطعا بمقدار ثمان مرات وأما ان زاد عن ذلك فانه يجب تنقيصه بكيفية تبين
في هذا الجدول الآتي وهاك صورته

خشب		زهر		حديد مطرق	
نسبة الطول إلى أصغر الأبعاد	نسبة الطول إلى الكسر	نسبة الطول إلى أصغر الأبعاد	مقاومة الكسر	نسبة الطول إلى أصغر بعد	مقاومة الكسر
من ١ إلى ٨	١	١	١	١	١
١٢	٥٢	٢٧	١- $\frac{1}{10}$	٤	١- $\frac{1}{10}$
٢٤	١٠٤	٥٤	١- $\frac{1}{8}$	٨	١- $\frac{1}{10}$
٣٦	١٥٦	٨١	١- $\frac{1}{6}$	٣٦	١- $\frac{1}{10}$
٤٨	٢٠٨	١٠٨	١- $\frac{1}{5}$		١- $\frac{1}{10}$
٦٠	٢٦٠	١٣٥	١- $\frac{1}{4}$		١- $\frac{1}{10}$
٧٢	٣١٢	١٦٢	١- $\frac{1}{3}$		١- $\frac{1}{10}$
		١٨٩	١- $\frac{1}{2}$		١- $\frac{1}{10}$
		٢١٦	١- $\frac{1}{1.5}$		١- $\frac{1}{10}$
		٢٤٣	١- $\frac{1}{2}$		١- $\frac{1}{10}$

والمقادير الناتجة من هذا الجدول تستعمل غالباً في القطع المتحركة في الآلات
ففي المثال المتقدم نضرب ١٥٠ ملجتر في ٢٠٠ ملجتر ثم نحصل فيما يتصل به كل
ملجتر ربع بالنسبة لخشب البلوط وهو ٣,٨٥ فنجد أن هذه القطعة تشمل
١١٠٠٠ وعشر هذا المقدار يكون $\frac{11000}{4} = ٢٧٥٠$ لكن لما كان طول القطعة ٣٣ مرة
أصغر بعدى قطعا كان بموجب الجدول السابق لا يوضع فوق القطعة الخشب
الثلث المقدار الذي وجد أعني $\frac{11000}{4} = ٢٧٥٠$ وهو الثقل اللازم للبحث عنه
وإذا كان الخشب معروفه صددنا نحوازيق المتخذة من خشب البلوط التي تحمل بناء
ثقله

(٤٥)

ثقله ٢٠٠٠٠٠٠٠ ك بقرض أن طول كل خازوق ٢٠٤٠ و قطره ٢٠٣٠
ثم يقال حيث أن النسبة ما بين الطول والقطر ١٨ يكون الثقل الذي يمكن وضعه على
كل ستينتر مربع بمقتضى جدول (١) $\frac{10+20}{4} = 20 = \frac{4}{2}$
ومن حيث أن سطح قطاع الخازوق = ٧٠٦ ستينتر مربع يكون الثقل الذي
يفصله كل خازوق $14120 = 20 \times 706$ فيمتد يكون عدد الخوازيق
 $\frac{2000000}{14120} = 1416$
وهذا جدول آخر لبيان الانتقال التي إذا وضعت على كل ستينتر مربع من سطح القطع
تضاعفها كمرها

أسماء الاخشاب	مقاومة	أسماء المعادن	مقاومة
بلوط فرنساوى	٣٨٥٠ الى ٤٦٣	زهر الحديد الأزرق	من ١٠٠٠٠ الى ١٠٢٠٠
(تنوب أوشوح فرنساوى)	٤٦٣ الى ٥٣٨	زهر الحديد الأبيض	من ١٢٥٠٠ الى ١٥٠٠٠
بلوط انكليزى	٢٧١٠	حديد مطرق	٤٩٤٥
(تنوب أوشوح انكليزى)	١٣٥٠٠	حديد صلب	٩٥٢٢ الى ٢٥٢٠٠
صنوبر أمريقه	١١٨٠٠	نحاس مطرق	٧٢٤٥
فرعاج	٩٠٠٠	نحاس أصفر	١١٥٨٤
		قصدير مصبوب	١٠٨٧
		(رصاص سبائك مصبوب)	٥٤٠

فاذا أخذت مكعبات من خشب البلاوط وجعل عليها ثقل لوزع على كل ستينتر مربع
من سطحها خمسة ك أو ٤٦٣ ك فانها تنكسر في الحال وكلما اذ زاد طول القطعة
المدكورة حتى صار مثل أصغر أبعاد قطعها سبع أو ثمان مرات ووضع على كل ستينتر

مربع من سطحها الثقيل المذكور فانها تنكسر كذلك لكن اذا زاد الطول عن هذه النسبة بحيث صار مثل أصغر الأبعاد عشر مرات أو اثنتى عشرة مرة فانها تبدى أولا بالانثناء ثم تنكسر بعد ذلك وأما الحديد فانه ينضغط اذا وقع على كل سنتيمتر مربع من سطح قطعه ولا ينحني الا اذا كان طوله القطعة مثل أصغر الأبعاد عشر مرات وأما اذا كان الطول أقل من عشر مرات فلا تتغير المقاومة والمقاومة تبدى في التناقص كلما زاد الطول عن هذه النسبة وتعرف مقاديرها من الجدول السابق

وأما النوع الثانى وهو ما اذا كانت القطعة موضوعة وضعا رأسيا والثقل واقع عليها من أعلى الى أسفل أى انها معلقة الى الأسفل بواسطة ثقل معلق في نهايتها السفلى فالإلياف القطعة تتخذ منه بكية تختلف باختلاف طبيعة كل نوع من أنواع مواد القطعة لكنها في المادة الواحدة تكون مناسبة للطول والقوة المجاذبة أى الثقل وتكون على النسبة العكسية بالنظر لسطح القطع العرضى المعتبر للقطعة المذكورة

وما ذكرناه مطردا اذا الموجب الثقل المعتبر يرجوع الى الإلياف الى طبيعتها لو رفع عنها وهذه النهاية بالنسبة لتخذ الإلياف هي المعروفة بنهاية المرونة الطبيعية للسادة فيلزم في العمليات أن لا تتعدى هذه النهاية بل الاحسن عدم الوصول اليها والقانون الذى به يعرف مقدار امتداد الإلياف عندما يكون مؤثرا فيها تقلاما

$$\text{هو مد} = \frac{\text{ن} \times \text{سط}}{\text{ن}} \text{ ومنها يستخرج ث} = \frac{\text{ن}}{\text{مد} \times \text{سط}} \text{ فالرمز مد كناية عن}$$

تخذ الجسم في كل متر من طوله وهو بحسب المتر والرمز ن كناية عن الثقل وهو بحسب الكيلوجرام والرمز سط كناية عن القطع العرضى للجسم وهو بحسب بالمعترات المربعة والرمز ث كناية ثابتة في كل مادة من نوع واحد وهي المعروفة بمكره وهالك جدول البيان المرونة لمقادير ث و مد المقابلة لنهاية المرونة لعدة من المواد صوره هكذا

مقادير مد ملجتر	أسماء المواد	مقادير مد في كل ملجتر	مربع من سطح القطع	مقادير مد في كل ملجتر	مربع من سطح القطع
ملجتر					
$٠.٠٠٠١٦٧ = \frac{1}{600}$	بلوط	٢.٠٠	١٢.٠٠		
$٠.٠٠٠١١٧ = \frac{1}{850.1}$	شوح أبيض أو أصفر	٢.١٧	١٣.٠٠		
$٠.٠٠٠٢١٠ = \frac{1}{470}$	شوح أجرا أو صنوبر	٢.١٥	١٥.٠٠		
$٠.٠٠٠١٩٢ = \frac{1}{520}$	لاريس	١.٧٣	٩.٠٠		
$٠.٠٠٠٠٨٠ = \frac{1}{1250}$	(حديد طاري مصنوع قضبان رفيعة	١٤.٧٥	١٨.٠٠		
$٠.٠٠٠٠٦٦ = \frac{1}{1510}$	حديد مصنوع قضبان سميكه	١٢.٢٥	٢٠.٠٠		
$٠.٠٠٠٠١٢٠ = \frac{1}{835}$	صلب مساوي عظيم	٢٥.٠٠	٢١.٠٠		
$٠.٠٠٠٠٢٢٢ = \frac{1}{450}$	صلب صلب	٦٦.٠٠	٣٠.٠٠		
$٠.٠٠٠٠٨٣ = \frac{1}{1200}$	زهر الحديد محبوب رفيعة	١.٠٠	١٢.٠٠		
	ساوك نحاس		١٣.١٠		
$٠.٠٠٠٠١٣٥ = \frac{1}{742}$	ساوك نحاس أصفر	١٥.٠٠	١٠.٠٠		
$٠.٠٠٠٠٧٦ = \frac{1}{1312}$	نحاس أصفر محبوب	٤.٨٠	٦٤.٥٠		
$٠.٠٠٠٠٦٣ = \frac{1}{1590}$	برنج المدافع محبوب	٢.٠٠	٣٢.٠٠		
$٠.٠٠٠٠٦٧ = \frac{1}{1490}$	(سلك رصاص نقي محبوب بارد قطره ٠.٠٠٤	٠.٤٠	٦.٠٠		
$٠.٠٠٠٠٥٠ = \frac{1}{2000}$	(سلك رصاص غير نقي بارد قطره ٠.٠٠٦	٠.٤٠	٨.٠٠		
$٠.٠٠٠٠٢١ = \frac{1}{477}$	رصاص مده مبوك	١.٠٠	٥.٠٠		

* (٤٨) *

فهذا الجدول والقانون المتقدم يمكن معرفة مقدار تمدد أى جسم اذا كان كل من الثقل المؤثر فيه وطوله وقطعه معلوما

مثلا اذا كان معنا قضيب من حديد سطح قطعه ٥٠٠ ملليمتر مربع وطوله ثمانية أمتار ومعلق في أسفله ثقل قدره ٣٠٠ كـ والطول معرفة مقدار تمدده يبحث أولا عن

قوة التمدد في كل ملليمتر مربع من هذه التناسبة $\frac{4}{1} : 6000 :: \frac{4}{1} : 1$ س

$$\text{ومنه س} = \frac{4 \times 6000}{5 \times 321416} = 8,49$$

وبالجدول السابق يعرف أن مقدار الثقل الموافق لنهاية المرونة في قضبان الحديد في كل ملليمتر مربع ١٢,٢٥ وأن التمدد ٠,٠٠٠٦٦ فينبذ يعرف التمدد في كل متر في الطول بواسطة هذه النسبة

$$0,00066 : 12,25 :: 8,49 : 0,00046$$

$$\text{فيكون التمدد الكلى} = 0,00046 \times 6 = 2,76 : 0,00$$

وبالنتيجة المتقدمة يعرف التمدد الكلى في قضيب من الحديد طوله ٨^٢ و سطح قطعه ٥٠٠ ملليمتر مربع اذا وقع عليه جذب ثقل قدره ٣٠٠ كـ

فتناء على ما ذكر يكون $0,00066 \times 8 \times \frac{321416}{5} \times \frac{4}{1} = 0,0026$ وينبغي في العمليات أنه لا يستعمل الانصاف الثقل الموافق لنهاية المرونة الموجودة في الجدول وهذا يكون في الباقي التي تبقى مدة طويلة من الزمن فإذا كانت الانتقال ثابتة لا تتغير وكان زمن بقائها قليلا استعمل ثلاثة أرباع الاعداد الموجودة في المرونة

ولئذ كرجدو لبيان الانتقال التي اذا وضعت على كل ملليمتر مربع من سطح القطع العرضي للأجسام المفروضة أوجبت كمرها ولييان المقادير التي لا ينشأ عنها مضرة في استعمالها بالعمليات وهالك صورته

ثقل على شكل ملليمتر مربع		أسماء الاجسام	
مستعمل من غير خدوش ضرر	موجب الكسر		
٠.٨٠	٨٠.٠٠	بلوط	(صلب)
٠.٦٠	٦٠.٠٠	في جهة العروق (أقل صلابة)	
٠.٩٠ الى ٠.٨٠	٨٠.٠٠ الى ٩٠.٠٠	شوح	
١.٠٤	١٠٤.٠٠	دردار	
١.٤٠	١٤٠.٠٠	بقس	
٠.٨٠	٨٠.٠٠	زان	
٠.٦٩	٦٩.٠٠	كثري	
		عروى على جهة العروق	
٠.١٦٠	١٦٠.٠٠	بلوط	
٠.١٢٥	١٢٥.٠٠	حور	
٠.٩٤	٩٤.٠٠	لاريس (صنوبر)	
١.١٦٧	١١٦٧.٠٠	(جيدوا حلى قطر)	الجلد
٨.٣٣	٨٣٣.٠٠	(وسط واحد الى اثنين قطر)	الجلد
٦.٦٧	٦٦٧.٠٠	(ردى)	الجلد
١.٤١٦	١٤١٦.٠٠	(جيدوا حلى قطر)	الجلد
٨.٣٣	٨٣٣.٠٠	(متوسط)	الجلد
٠.٥٠	٥٠.٠٠	قصدير مصبوب	
١.٠٠	١٠٠.٠٠	روح توتيه شرحه	
٠.٢١٣	٢١.٣٠	رصاص شرحه	
٠.٨٣٣	٨٣.٣٠	روح توتيه جلد	
٠.٢٢٥	٢٢.٥٠	رصاص شرحه	
٠.٢٢٧	٢٢.٧٠	ملك رصاص قطره ٤ ملي	

ثقل على حقل ملينتر مربع		اسماء الاجسام	
مستعمل من غير حدود ضرر	موجب الكسر		
١٠٠٠	٦٠٠	(الاجود قضبان رقيقه)	جديد قطار
٤١٦	٢٥٠	(الاقبل جوده سمكه)	جديد قطار
٦٦٦	٤٠٠	(متوسط)	جديد قطار
٦٠ الى ٧٠	٣٦٠ الى ٤١٠	حديد صفيح مجلي	جديد قطار
٠٠٠٠٠٠	٠٠٠٠٠٠	حديد لين	جديد قطار
١٥٠٠٠	٩٠٠٠	(٢٣) مللي قطر	جديد قطار
١٣,٣٣	٨٠٠٠	(٥ الى ١) مللي قطر	جديد قطار
٨,٣٣	٥٠٠٠	(١ الى ٣) مللي قطر	جديد قطار
٥٠٠٠	٣٠٠٠	سلك حديد منقول حبل	جديد قطار
٤,٢ الى ٥,٣٣	٢٤٠ الى ٣٢٠	جنزير من حديد طري	جديد قطار
٢,٢٥	١٣,٢٠	(جيد مصبوب رأسي)	جديد قطار
٢,١٧	١٢,٢٠	(غير جيد مصبوب أفقي)	جديد قطار
١٦,٦٧	١٠٠٠	(جيد مصبوب رفيع)	جديد قطار
٦,٠٠	٣٦٠	(ردى مبيك سقيته بطلاة)	جديد قطار
١٢,٢٠	٧٥٠	(متوسط)	جديد قطار
٣,٨٣	٢٣٠	برنج المدافع	جديد قطار
٣,٢٠	٢١٠	(مجاوخر في جهة الطول)	جديد قطار
٤,٣٣	٢٦٠	(شرحه جيد)	جديد قطار
٤,١٧	٢٥٠	(مطرق)	جديد قطار
٢,٣٣	١٣,٤٠	(صب)	جديد قطار
٢,١٠	١٢,٦٠	نحاس أصفر طاة	جديد قطار
٣,٢٥ الى ٤,٢٥	٦٠ الى ٨٠	(قطر ١ الى ١٤ مللي)	جديد قطار
٣,٠	٦٠	(رفيع ٢٣)	جديد قطار
٢,٧٥	٥٠٠	(٤٠ الى ٥٤)	جديد قطار
٢,١٠	٤٢٠	جبل تيل قديم من ٢٣	جديد قطار
٠,٢٠	٠٠٠٠	سجل اسود	جديد قطار

(٥١)

فإذا أريد معرفة نصف القطر اللازم إعطاؤه لأضيق من حديد مطرق ليحمل ثقلا في نهايته السفلى قدره ٨٠٠٠ ك قال بمقتضى الجدول أن كل ملتر ربع من هذا المعدن يمكن أن يحمل ثقلا قدره ٦,٦٦ ك فسطح القطع يكون $\frac{8000}{6.66} = 1200$ ط^٢ ومنها يستخرج $s = 0.39$ م وإذا أريد معرفة قطر جنزير يحمل ٣٠٠٠ ك قال بمقتضى الجدول أن كل ملتر يحمل ٤ بدون ضرر فيعلم بأجراء العمل كما في المثال المتقدم مقدار القطر

وأما النوع الثالث وهو ما إذا كانت القطعة موضوعة وضعاً أفقياً بطرفيها على حاملين مثبتين والتقل واقع عليهما بين الحاملين ففيه فروض

الاول أن تكون القطعة من الخشب مثبتة من أحد طرفيها والطرف الآخر واقع عليه الثقل فإذا رمى بالحرف θ إلى القوة أي الثقل اللازم وضعه بدون ضرر وبالحرف λ إلى طول الجزء الظاهر من الجسم من ابتدائه نقطة تعليق الثقل وبالحرف θ إلى ثقل كل متر من الطول المذكور والمعبر عنه بالكيلوغرام وبالحرف ϵ لعرضه وبالحرف s لسمكه وبالحرف θ للكر والاختلاف بحسب المواد كان القانون العمومي

الذي به تعلم أبعاد الجسم باعتبار ثقل الجسم نفسه $\epsilon = \frac{\theta}{\theta + \frac{\lambda}{s}}$ فإذا وضع في هذا القانون بدل θ للمقادير المقابلة له كما في هذا الجدول

أسماء المواد	مقادير θ
بلوط وشوج	١٠٠٠٠٠
حديد	١٠٠٠٠٠٠
زهر	١٢٥٠٠٠٠

ولم يعتبر ثقل الجسم في القانون المتقدم إلى $\epsilon = \frac{\theta}{\theta + \frac{\lambda}{s}}$ فيه هذا القانون تعلم مقادير θ كما تقدم ماعدا الحديد فإن مقدار θ فيه يكون ٢٠٠٠٠٠٠ فإذا كان الثقل موزعاً بالتساوي على جميع امتداد القطعة وجب أن يضاف إليه ثقل

(٥٢)

القطعة نفسها فيصيرها كذا $ع = س = \frac{٢٥}{٥٠}$ ، $ه = ٢٥٠٠٠٠٠$ في الزهر
 ، ٢٠٠٠٠٠٠ في الحديد و ٢٠٠٠٠٠٠ في البلوط والشوح
 ولا بد في العمليات من معرفة النسبة الكائنة بين $ع$ ، $س$ والافق أن يجعل
 $ع = \frac{٢٥}{٥٠} س$

فإذا كان المطلوب الوفرة ونشرت الاخشاب المعدة للاستعمال نصفين وجب أن يكون
 $\frac{٢٥}{٥٠} = ع$

فإذا كان $ع = س$ أي كان القطع مربعا آل القانون الى $س = \frac{٢٥}{٥٠} ل$
 ومقادير $ه$ هي المقررة في الجدول الماضي

فإذا كان المطلوب معرفة ضلع قطع قطعة من خشب البلوط طولها ثلاثة أمتار مثبتة
 من إحدى نهايتها وعمود على نهايتها الأخرى ثقل قدره $١٢٠٠ ك$ يؤخذ ذلك القانون

$س = \frac{٢٥}{٥٠} ل$ فإذا وضع بدل $ه$ المقدار الموافق لها في هذا الحالة وهو ١٠٠٠٠٠
 ظهر أن $س$ تساوي بعد إجراء العمل ٣٣ سنتيمتر

وإذا كان المطلوب معرفة نصف قطر قضيب من حديد طوله ٦ سنتيمتر وعمل
 في نهايته الأخرى ثقل قدره $١٠٠٠ ك$ أخذ ذلك القانون $س = \frac{٢٥}{٥٠} ل$ فإذا وضع بدل
 $ه$ مقدارها ظهر أن القطر المطلوب يساوي $٠.٤٩ م$

وأما إذا كان القطع دائرة وأن $س$ قطرها كان القانون $س = \frac{٢٥}{٥٠} ل$

$ه = ٧٣٦٣١٢$ في الزهر ، ٥٨٩٠٥٠ في الحديد ، ٥٨٩٠٥٠ في الشوح
 والبلوط

وفي الاصابع المتخذة من الزهر المستعملة في الطارات يجعل $ل = س$ ، $ه =$
 ٣٦٨١٥٦ وأما الحاور المصنوعة من الحديد المجيد المستعملة في العربات فيستعمل

$ه = ٧٠٠٠٠٠$

الفرض الثاني أن تكون القطعة متركزة على حاملين أي حائطين أو قائمين أو غير ذلك
 فيكون

(٥٢)

$$\text{فيكون القانون باعتبار ثقل الجسم هكذا ع سه} = \frac{\text{ث ل}}{\frac{\text{ل}}{2} + \text{ه}} = \frac{\text{ل}}{\frac{\text{ل}}{2}}$$



وفي هذه الحالة يحدث ضغطان في النقطتين ا ب كل منهما $\frac{\text{ل}}{2}$ في نقطة ل بعد كل منهما $\frac{\text{ل}}{2}$ ومعادلة التوازن تكون $\frac{\text{ل}}{2} \times \frac{\text{ل}}{2} = \frac{\text{ل}}{2} \times \frac{\text{ل}}{2}$ أعني في هذه القوانين يلزم عند اجراء الحساب أن يوضع في القانون $\frac{\text{ل}}{2}$ عوضا عن ل وأما الثقل المتعبر في هذه الحالة فهو ه والطول أي البعدين الحاملين فهو ل ومقادير ه هي الميمنة في المجدول المتقدم وأما إذا لم يعتبر ثقل القطعة فالقانون يصير $\frac{\text{ل}}{2} = \text{ع سه}$

ومقادير ه هي المقادير الموجودة في المجدول فإذا كان الثقل موزعا على أجزاء القطعة وجب اضافة ثقل القطعة اليه ويكون القانون اللازم اعتباره هكذا $\text{سه ع} = \frac{\text{ل}}{2}$ وتكون مقادير ه في الزهر ٢٥٠٠٠٠ وفي الحديد ٢٠٠٠٠٠ وفي البلوط والشوح ٢٠٠٠٠ وتكون نسبة ع سه في هذا الغرض كما سبق ذكرها في الغرض المتقدم فإذا كان القطع مربعا وكان الثقل واقعا في وسط القطعة يكون القانون $\frac{\text{ل}}{2} = \text{سه}$

فإذا كان المطلوب معرفة ضلع قطع قطع من شجر البلوط طولها ٢٥ ر ١ حامله ثقل قدره ٧٠٠ موضوعة في نقطة بعدها عن أحد الحوامل م ٨٠ ر. وبعدها عن الآخر م ٤٥ ر. ستعرف في هذه الحالة $\text{ه} = \frac{٧٠٠}{2} = ١٧٥$

والقانون اللازم ساوكه $\text{سه} = \frac{٢٢٥}{١١٠٠٠٠}$

$$\text{ومنه نستخرج م} = \left\{ \frac{٢٤٥ \times ٨٠ \times ١٧٥}{١٢٥ \times ١٠٠٠٠٠} \right\} \text{ أو م} = ١٧٠$$

* (٥٤) *

وأما إذا كان الثقل واقعا على نقطة بعدها م^٢ م من نقطة الارتكاز فيستعمل القانون

$$س^٢ = \frac{م٢ \times م}{٥}$$

وأما إذا كان الثقل متعصبا نصفين في نقطتين من الطول بعد كل منهما م عن نقطتي

$$الارتكاز فيستعمل القانون س^٢ = \frac{م٢ \times م}{٥}$$

فإذا كان الثقل موزنا بالتساوي على أجزاء من الطول قدرها ٢ ل بحيث يكون وسطه متباعد عن نقطتي الارتكاز بالبعدين م^٢ م فيستعمل القانون

$$س^٢ = م \left(\frac{٢}{٥} - \frac{م}{٢} \right)$$

وفي هذه الحالات تكون مقادير ه هي المبينة في الجدول

وأما إذا كان القطع دائرة أو شكلا منتظما كثيرا الاضلاع فيعوض في هذه القوانين في الحالة المتقدمة الحمل س بالقطر و لقاعدة الاسطوانة أو للدائرة المرسومة داخل الشكل ويعطى للرمز ه في الزهر ٧٣٦٣١٢ وفي المحديد ٥٨٩٠٥٠ وفي البلوط والشوح ٥٨٩٠٥

وفي محاور نحو الطارات والتروس والطيارات وما أشبه ذلك ذات القطع المربعة تستعمل القوانين المتقدمة بإعطاء ه في الزهر ٦٢٥٠٠٠ وفي المحديد ٥٠٠٠٠٠

وفي الشوح والبلوط ٥٠٠٠٠ وأما إذا كان قطع المحاور مستديرا أو شكل كثير الاضلاع فاستعمل القوانين بعينها بتغيير س بالرمز و وإعطاء ه في الزهر

٣٦٨١٥٦ وفي المحديد ٢٩٥٠٠٠ وفي البلوط والمحور ٢٩٥٠٠

مثلا إذا أريد معرفة أبعاد قطعة من خشب البلوط طولها أربعة أمتار مستطيلة القطع ونهاياتها مثبتتان على حاملين وحاملة في وسطها متلاق قدره ١٢٠٠ فيستعمل

$$القانون س ع^٢ = \frac{م٢ \times م}{٥}$$

وتكون ه هنا ثمن الثقل المقروض أعني $\frac{١٢٠٠ \times ١٢٠٠}{٥} = ١٥٠٠$ فإذا وضع بدل ل

وهو

وهو الطول أربعة أمتار وفرض أن $\frac{٥}{٣} = \frac{٥}{٣} \text{ نيج أن } ب = ٤٤,٤$
 الفرض الثالث أن يكون طرفا القطعة مثبتين على الحاملين فالقواصة هنا تكون
 ضعف المقاومة في حالة ما إذا كان الطرفين غير مثبتين وتستعمل القوانين المتقدمة
 بوضع $\frac{٥}{٣}$ بدل ٥ لما كان الجسم الموضوع وضعاً أفقياً الواقع عليه الثقل قد يكون
 مثبتاً في الحاملين وقد يكون مرتكزاً عليهما فقط وقد يكون مثبتاً من نهاية والنهية
 الأخرى واقع عليها الثقل يحصل فيه إختناو يجب علينا أن نذكر القوانين التي بواسطتها
 يعرف سهم الإختناو المذكور في الثلاث حالات المذكورة فنقول
 الحالة الأولى أن تكون القطعة مثبتة من أحد نهايتها واقع عليها ثقل عمودي الإختناو
 على اتجاه طولها

فإن اعتبر ثقل القطعة ثم رمز بالحرف $هـ$ للسهم فالقانون اللازم لهذه الحالة يكون

$$هـ = \frac{٥ + \frac{٢}{٨} ل}{ل} \quad \text{ع ٣}$$

ومقادير $هـ$ في الزهر ٢٧٥٠٠٠٠٠٠

وفي الحديد ٥٠٠٠٠٠٠٠٠

وفي خشب البلوط والشوح ٢٥٠٠٠٠٠٠٠

وفي الصلب الصلب ٨٠٠٠٠٠٠٠٠

وفي الصلب النساوي ٤٠٠٠٠٠٠٠٠

وأما إذا لم يعتبر ثقل القطعة فالقانون هو $هـ = \frac{٥}{٣}$ ومقادير $هـ$ هي عين المتقدمة

فالقطعة من خشب البلوط المثبتة من أحد نهايتها والبارزة بقدر ثلاثة أمتار إذا كان

بمداها $ع = ٢٠$ و $س = ٣٥$ وأريد معرفة الثقل اللازم وضعه عليها
 ومقدار سهم الإختناو المتولد من هذا الثقل يفرض عدم اعتبار ثقلها وإن شكل القطع

$$\text{مستطيل فحينئذ يؤخذ قانون } ع = \frac{٥}{٣} \text{ و } هـ = \frac{٥}{٣} \quad \text{ع ٣}$$

(٥٦)

فإذا وضع بدل $ع$ و $س$ دل مقاديرها في المعادلة الأولى نحصل $٨١٦,٦ = ٥$

والمعادلة الثانية تعطي $٠,٠١ = ٥$

وبالجملة فإذا كان الثقل موزعاً بالتساوي على طول القطعة المثبتة من أحد طرفيها حصل في القطعة انحناء قدر الانحناء الذي يحصل فيها إذا كانت ثلاثة أثمان الثقل المذكور موضوعة على نهايتها الأخرى مهما كان قطعها العرضي

فإذا كانت القطعة اسطوانية ومثبتة من أحد طرفيها كان القانون $\frac{١}{٥} = ٥$

و ١٦١٧٠٠٠٠٠ وفي الحديد ٢٩٤٠٠٠٠٠٠٠
وفي الخشب ١٤٧٠٠٠٠٠٠

وان كانت الاسطوانة مخروطية فالقانون المستعمل حينئذ هو $\frac{١}{٥} = ٥$

وتكون مقادير ٥ هي عين المقادير المتقدمة

الحالة الثانية أن تكون القطعة متشككة على حاملين والثقل واقع على منتصف طولها فتكون القوانين المتقدمة في الحالة التي تكون القطعة فيها مثبتة من أحد نهايتها لكن يجب التنبيه على أن ٥ هو الثقل و ٢ ل هو البعد بين الحاملين فإن كانت القطعة متشككة على حاملين وكان الثقل واقعاً على نقطة ما من الطول بعداها

م ٢ من نقطة الاتكاء فيستعمل $\frac{٢٢}{٢} = ٥$

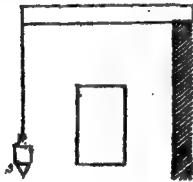
ويجعل للرمز ٥ في الزهر ٢٧٥٠٠٠٠٠٠٠ وفي الحديد ٥٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠
وفي الخشب ٢٥٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠

ثم إن اعتبر ثقل القطعة يقال إذا فرض أن الثقل ٢ واقع على منتصف القطعة أضيف خمسة أثمان $٢ \times ٥ = ١٠$ وهو الثقل الموزع بالتساوي على ٥ وهي نصف الثقل ٢

الحالة

* (٥٧) *

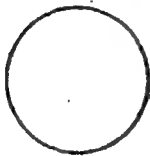
الحالة الثالثة أن تكون القطعة مثبتة من نهايتها ويكون الثقل واقعا على منتصفها فيكون سهم الانحناء ربع سهم الانحناء الناتج عن الثقل بعينه في حالة ما إذا كان واقعا على قطعة خشب متكئة بطرفيها على حاملين وأما النوع الثالث من المقاومة وهو ما إذا كانت القطعة منشورية الشكل وموضوعة وضعاً أفقياً فيعرض فيه أن e هو عرض القطعة وهو الخط الأفقي من قطعها العرضي وأن s مسـمكها وأن l هو طولها المخصر بين الحاملين وأن e هو نصف قطر القاعدة بفرض أن شكل القطعة اسطوانى وأن r و r' هما نصف قطرى الاسطوانة الموقوفة وأن h سهم الانحناء وأن t هو الثقل الذى يمكن وضعه على وحدة السطح وأن h هو معامل المرونة فتكون القوانين الآتية مستعملة فى الحسابات بحسب وضع القطعة وشكلها وكيفية تثبيتها مرتبة على ما تراءى فى الأحوال الآتية الحالة الاولى أن تكون القطعة أفقية ومثبتة من أحد نهايتها والآخرى حاملة ثغلا قدره w فإذا كان شكل القطع مستطيلا كان



$$(1) \frac{t e s^2}{l^3} = w$$

$$(2) \frac{t e s^2}{l^3} = h$$

وإذا كان شكل القطع دائرة كان



$$(3) \frac{t \pi r^4}{l^3} = w$$

$$(4) \frac{t \pi r^4}{l^3} = h$$

تذكروا

* (٥٨) *



وإذا كان القطع حلقيًا كان

$$(٥) \quad \frac{\text{نط} \left(\frac{r^2}{r} - \frac{r_2^2}{r} \right)}{r^2} = \text{و}$$

$$(٦) \quad \frac{r^2 \text{ و } r_2^2}{\text{ط} \left(\frac{r^2}{r} - \frac{r_2^2}{r} \right)} = \text{هـ}$$

الحالة الثانية أن تكون القطعة أفقية ومثبتة من أحد نهايتها والثقل و عوضاً عن أن يكون واقعاً على النهاية الأخرى يكون موزعاً بالتساوي على امتداد طولها أعني إذا فرض أن الثقل الواقع على وحدة الطول و يكون الثقل السكلي و × ل

$$(٧) \quad \frac{\text{نط} \times \frac{r^2}{r}}{r^2} = \text{و} \times \text{ل}$$

$$(٨) \quad \frac{r^2 \times \text{و} \times \text{ل}}{r^2} = \text{هـ}$$

فإذا كان القطع مستطيلاً كان

$$(٩) \quad \frac{\text{نط} \times \frac{r^2}{r}}{r^2} = \text{و} \times \text{ل}$$

$$(١٠) \quad \frac{r^2 \times \text{و} \times \text{ل}}{r^2} = \text{هـ}$$

وإذا كان القطع دائرياً يكون

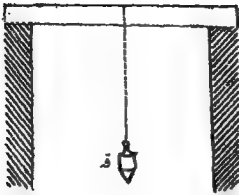
$$(١١) \quad \frac{\text{نط} \left(\frac{r^2}{r} - \frac{r_2^2}{r} \right)}{r^2} = \text{و} \times \text{ل}$$

$$(١٢) \quad \frac{r^2 \times \text{و} \times \text{ل}}{\text{ط} \left(\frac{r^2}{r} - \frac{r_2^2}{r} \right)} = \text{هـ}$$

وإذا كان القطع حلقياً يكون

وبالتأمل

* (٥٩) *



وبالتأمل في هذه القوانين الأخيرة
وجد أنه يمكن تضعيف الثقل المعلق
في النهاية بتوزيعه بالتساوي على
امتداد القطعة المذكورة ويكون
سهم الانحناء في هذه الحالة $\frac{2}{3}$ سهم
الانحناء في حالة ما إذا كان الثقل معلقا
في نهاية القطعة
الحالة الثالثة أن تكون القطعة
موضوعة وضعاً أفقياً ومتكئة على
حاملين والثقل واقعاً على منتصفها

$$(١٣) \frac{٢ \text{ ث ع هـ}}{٢ \text{ ج}} = \text{و}$$

$$(١٤) \frac{٢ \text{ ج هـ}}{٢ \text{ ع هـ}} = \text{هـ}$$

$$(١٥) \frac{٢ \text{ ط ر}}{٢ \text{ ج}} = \text{و}$$

$$(١٦) \frac{٢ \text{ ج هـ}}{٢ \text{ ط ر}} = \text{هـ}$$

$$(١٧) \frac{٢ \text{ ط (ر-ر)}}{٢ \text{ ج}} = \text{و}$$

$$(١٨) \frac{٢ \text{ ج هـ}}{٢ \text{ ط (ر-ر)}} = \text{هـ}$$

فإذا كان القطع مستطيلاً كان

وإذا كان القطع دائرة كان

وإذا كان القطع حلقياً كان

* (٦٠) *

الحالة الرابعة أن تكون القطعة موضوعة وضعا أفقيا ومتصلة على حاملين والثقل بدل وقوعه في نقطة المنتصف يكون موزعا بالتساوي على امتداد الطول بحيث يقع على كل وحدة من الطول \bar{v} فيحصل أنه

$$(١٩) \frac{\bar{v} \cdot \bar{v} \cdot \bar{v} \cdot \bar{v}}{l^2} = \bar{v} \cdot \bar{v}$$

إذا كان القطع مستطيلا كان

$$(٢٠) \frac{\bar{v} \cdot \bar{v} \cdot \bar{v} \cdot \bar{v}}{l^2} = \bar{v} \cdot \bar{v}$$

$$(٢١) \frac{\bar{v} \cdot \bar{v} \cdot \bar{v} \cdot \bar{v}}{l^2} = \bar{v} \cdot \bar{v}$$

وإذا كان القطع دائرة كان

$$(٢٢) \frac{\bar{v} \cdot \bar{v} \cdot \bar{v} \cdot \bar{v}}{l^2} = \bar{v} \cdot \bar{v}$$

$$(٢٣) \frac{\bar{v} \cdot \bar{v} \cdot \bar{v} \cdot \bar{v}}{l^2} = \bar{v} \cdot \bar{v}$$

$$(٢٤) \frac{\bar{v} \cdot \bar{v} \cdot \bar{v} \cdot \bar{v}}{l^2} = \bar{v} \cdot \bar{v}$$

إذا كان القطع حلقيًا كان

وفي هذه الحالة يمكن وضع ثقل ضعف الثقل الذي يوضع في المنتصف وسهم الانحناء يكون $\frac{2}{3}$ سهم الانحناء في الحالة المتقدمة

الحالة الخامسة أن تكون القطعة موضوعة وضعا أفقيا على حاملين والثقل واقع على منتصفها قدره \bar{v} وموزع عليها بالتساوي ثقل آخر بحيث يقع على شكل وحدة من طولها ثقل قدره \bar{v} من الثقل الأخير فيشاهد أنه

(٦١)

$$(٢٥) \quad \frac{ل \quad ق \quad ل}{٢} - \frac{٢ \quad ع \quad س}{ل \quad ٢} = ص$$

إذا كان القطع مستطيلا كان

$$(٢٦) \quad \frac{٤ \quad ل \quad ٥}{٢} + \frac{٢ \quad ل \quad ٥}{٢} = هـ$$

٣٢ هـ ع س ٤ هـ ع س

$$(٢٧) \quad \frac{ل \quad ق \quad ل}{٢} - \frac{٣ \quad ط \quad ث}{ل} = ص$$

وإذا كان القطع دائرة كان

$$(٢٨) \quad \frac{٤ \quad ل \quad ٥}{٤ \quad ط \quad ٩٦} + \frac{٢ \quad ل \quad ٥}{٤ \quad ط \quad ١٢} = هـ$$

$$(٢٩) \quad \frac{ل \quad ق \quad ل}{٢} - \frac{(٣ - ث) \quad ط}{ل} = ص$$

وإذا كان القطع حلقيًا كان

$$(٣٠) \quad \frac{٤ \quad ل \quad ٥}{(٤ - ث) \quad ط \quad ٩٦} + \frac{٢ \quad ل \quad ٥}{(٤ - ث) \quad ط \quad ١٢} = هـ$$

وفي هذه القوانين ع رمز عرض القطعة وهو الخط الأفقي لقطعها العرضي و س سمكها
 و ل طولها و هـ معامل المرونة و هـ سهم الانحناء و ث الثقل الذي يمكن وضعه
 على وحدة السطح ويؤخذ مقداره من جدول (ح) وهو أنه على حسب جنس
 المادة المستعملة ولأجل معرفة ق يضرب ع في س والمحاصل يضرب في الثقل
 النوعي للمادة المستعملة وينبغي أن نحسب الأبعاد بالمليمتر
 المحالة السادسة أن تكون القطعة موضوعة وضعا أفتيا على حاملين وعليها ثقل قدره
 ق واقعي في نقطة بعدها م في وسط القطعة في هذه المحالة

* (٢٢) *

$$(٢١) \quad \frac{\frac{٢}{٢} \text{ ل ث ع س}}{(٢٤ - \frac{٢}{٢})} = \text{و}$$

$$(٢٢) \quad \frac{\frac{٢}{٢} (\frac{٢}{٢} \text{ ل} - \frac{٢}{٢}) \text{ و}}{\frac{٢}{٢} \text{ ع ل ه س}} = \text{ه}$$

إذا كان القطع مستطيلا كان

$$(٢٣) \quad \frac{\frac{٤}{٢} \text{ ل ث ط س}}{\frac{٢}{٢} \text{ ل} - \frac{٢}{٢}} = \text{و}$$

$$(٢٤) \quad \frac{(\frac{٢}{٢} \text{ ل} - \frac{٢}{٢}) \text{ و}}{\frac{٢}{٢} \text{ ل ه ط س}} = \text{ه}$$

وإذا كان القطع مستديرا كان

$$(٢٥) \quad \frac{(\frac{٤}{٢} - \frac{٤}{٢}) \text{ ل ث ط}}{(\frac{٢}{٢} \text{ ل} - \frac{٢}{٢})} = \text{و}$$

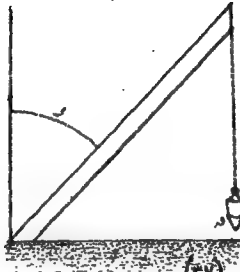
$$(٢٦) \quad \frac{(\frac{٢}{٢} \text{ ل} - \frac{٢}{٢}) \text{ و}}{(\frac{٢}{٢} \text{ ل ه ط} - \frac{٤}{٢})} = \text{ه}$$

وإذا كان القطع حلقيًا كان

(الحالة السابعة) ان تكون القطعة موضوعة وضعا أفقيا واحداً نهايتهم ثابتة والآخر
مرتكز على حامل وفي هذه الحالة القطعة المذكورة لا تحصل إلا $\frac{٤}{٢}$ من الثقل الذي
تحملة إذا كانت مرتكزة فقط على الحاملين ويكون سهم الانحناء $\frac{٧}{١٢}$ فيبتدئ في معرفة
الثقل الذي تحمله القطعة في هذه الحالة ان يضرب الثقل المتقدم في $\frac{٤}{٢}$ ومقدار ه
يضرب في $\frac{٧}{١٢}$ ليحصل السهم في هذه الحالة
(الحالة الثامنة) ان تكون القطعة مثبتة من نهايتهم في حاملين في هذه الحالة مقدار
سهم الانحناء يكون $\frac{١}{٢}$ سهم الانحناء الحادث في القطعة عندما تكون نهايتها غير
مثبتين فالقطعة حينئذ يمكن ان تحصل ثقلا ضعف الثقل الذي تحمله إذا كانت نهايتها
غير مثبتتين

(الحالة)

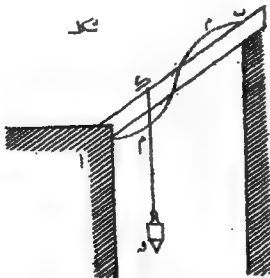
* (٦٢) *



(الحالة الثامنة) ان تكون
القطعة موضوعة وضعا مائلا
واحد نهايتها وهي السفلى
مثبتة والاخرى وهي العليا
حاملة تقلا قدره P فاذا رسم
الى الزاوية الواقعة بين الخط
الرأسي واستداد القطعة
بالحرف ويكنى في العمليات
لتعيين P بالقانون

$$P = \frac{Q \sin \alpha}{\sin \beta}$$

وهذا القانون يمكن استعماله ايضا في الحالة العكسية لهذا الوضع اعني حين تكون
نهايتها العليا مثبتة والسفلى واقع عليها الثقل
(الحالة العاشرة) ان تكون القطعة موضوعة وضعا مائلا بحيث تسكن نهايتها
العليا والسفلى كما في الشكل



على ثابتين وحاملة
في نقطة مامن طولها
تقلا قدره P
فالقطعة في هذه
الحالة تضغط ضغطا
أفقيافي نقطة ب
مساويا الى
 $P \times \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
 $P + Q$

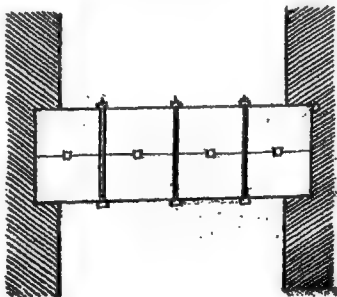
وهنا $m = 1$ و $m = P$ و $k = P$ والضغط المذكور يحصل في نقطة الاتكاء وحينئذ
يلزم ان يكون فيها مقاومة كافية لسند القطعة في هذا المثل وفي النقطة ا المذكورة

(٦٤)*

زيادة على الضغط المذكور يحصل ضغط رأسي قدره w غير ثقل القطعة
 جوتعين الثقل w في هذه الحالة يفرض ان كلا من الجوزين M و m مثبت في النقطة
 ك وحامل في نهايته الاخرى ثقلا مثل على اتجاهاه ثم يستعمل القانون (٣٧)
 المتقدم بأن يوضع فيه عوضا عن w في حالة بعد الكمية M و m $\frac{M}{M+m}$ و
 حالة اذا عوضا عن w القوة المحصلة للقوتين المؤثرتين في النقطة ا نجد ان

$$w = \frac{\frac{M}{M+m} + 1}{(M+m)}$$

(الحالة الحادية عشرة) قد يستعمل في بعض الاوقات أعصاب مركبة من قطع مثبتة
 في بعضها تثبيتا محكما بحيث لا يمكن ان تنزوح عن بعضها أو ينفخى كل منها على حدة
 ففي هذه الحالة تحصل مقاومة أكبر من حاصل جمع مقاومات كل منها لو استعمل
 منفردا فاذا افرضنا قطعين
 منشور في الشكل
 مقصدين في الطول
 ومثبتين على حاملين
 وموضوعين وضعا أفقيا
 وحاملتين في وسطهما ثقلا
 مائما اعتبرناهما غير
 مرتبطتين ببعضهما نجد
 كما تقدم ان الثقل الذي
 يتحملة كل منهما كما في
 القانون (١٣) هو



$$w = \frac{E \cdot I \cdot L}{3}$$

و اما

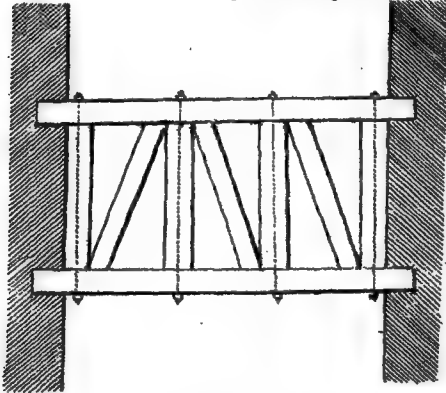
* (٦٥) *

وأما إذا اعتبرناهما مرتبطتين ببعضهما ارتباطاً محكماً بحيث يمكن اعتبارهما قطعة

واحدة ارتفاعها r من كافي الشكل كان الثقل الذي يحملانه $v = \frac{8 \text{ ش ع س}}{3 \text{ ل}}$

أعني أنهما بسبب ارتباطهما يمكن أن يحملتا ثقلًا ضعف الثقل الذي يحملانه في حالة انفاردهما

وإذا أريد زيادة المقاومة تصنع الاعتباب من قطعتين بينهما بعدل كنهما مرتبطتان ببعضهما ارتباطاً محكماً كما يظهر من الشكل



فإذا فرض s الارتفاع الكلي و s البعدين القطعتين أمكن معرفة الثقل بتغيير s في القوانين المتقدمة المتعلقة بالقطع المشورية بهذه الكمية وتغيير

$$\frac{s^3 - s^2}{s^3 - s^2} \text{ و } \frac{s^3 - s^2}{s^3 - s^2}$$

بالكمية s - s في المعادلات التي تعين سهم الانحناء حيث تدق في حالة ما إذا كان هذا الشكل موضوعاً أفقياً على حاملين والثقل واقع في وسطه فيحدث

تقريباً

(٦٦)

$$\frac{2 \text{ ش ع } (س - س)}{ل س} = ٧$$

وإذا كان سمك كل من القطعتين س وكانتا متباعدتين عن بعضهما بأكية قدرها

$$٢ \text{ ش يحدث أن } ٧ = \frac{١١٢ \text{ ش ع } س}{ل س} \text{ أعني أن القطعتين في هذه الحالة}$$

يحملان ثقلًا ساوي عشرة أمثال الثقل الذي يتحملانه لو كانتا ملتصقتين ببعضهما لكن لعدم ضبط التعشقات لا يلزم الوصول إلى هذا القدر لاسيما إذا كانت التعشقات متعددة

الحالة الثانية عشرة أن تكون صورة

القطع العرضي للقطعة في المحالان

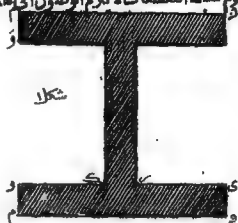
المتقدمة كما في الشكل (١) وهذا

يستعمل غالبًا فيما إذا كانت المسافة

المستعملة من زهر الحديد لأنه أكثر

فائدة من القطع المستطيلي الشكل

لأنه أكثر متانة ومقاومة



وإذا أريد معرفة الثقل في سهم الاختصاص في كل من الحالات المتقدمة كفي في ذلك

$$\text{إبدال الكمية ع}^٢ \text{ في القوانين المتعلقة بالثقل ق بالكمية ع}^٢ \text{ س} - \text{ع}^٢ \text{ س}$$

والكمية س بالكمية س - س في القوانين المتعلقة بحساب السهم ه وهنا

ع كاية عن البعد م ه وع كاية عن البعد

و ك أ و م س كناية عن البعد

م م م س كاية عن البعد و فاذا كانت

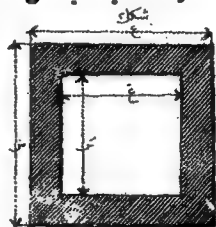
صورة القطع كما في شكل (٢) أمكن بواسطة

الاستبدال المتقدم معرفة الثقل في السهم ه

في الأنايب المستطيلة التي أبعاد قطعها ع و س

من الخارج ع و س من الداخل

الحالة



* (٦٧) *

الحالة الثالثة عشرة ان تكون القطعة مفتحة الشكل وموضوعة وضعا رأسيا على حاملين فيكون لكل طريقة من طرق توزيع الثقل مخزن يوافقها من شكل المنحنى مختار عن غيره ومتى اخير المنحنى تنضغط القطعة في جميع نقاطها بدون حصول تغير في شكلها ونسبي حيث تلجأ باسم مخني التوازن

ثم ان أبسط الحالات هي الحالة التي تكون القطعة فيها حامله ثقلا يكون موزعا على الخط الأفقي الواصل من أحد الحاملين الى الآخر كالستوف والمجاولات ونحو ذلك يقطع النظر عن الاتصال العارضة التي يحصل منها ضغط على المنحنى ويكون حينئذ مخني التوازن قوسا لقطع مكافئ عمودي على المحور ولاجل ذلك نفرض ان m ه نصف قوسه القوس h هي مهم القوس أعني ارتفاع رأسه فوق نقطتي الارتكاز وان c و s هما ضلع القطع العرضي الذي نفرضه أولا مستطيلا فنصير معادلة المنحنى

$$\frac{m^2}{h} = \frac{c}{s} \quad \text{باعتبار رأسه ومحوره هكذا}$$

ويكون الثقل q الذي يمكن وضعه على الوحدة من طول وتر القوس مينا بها هذه

$$\text{المعادلة } q = \frac{2 \times s \times c \times h}{m^2 + 4} \quad (٣٨)$$

$$\frac{q \times c}{h} = k \quad \text{ويكون الضغط الأفقي الواقع على كل من نقطتي الارتكاز هكذا}$$

فاذا لم تحمل الحاملان الضغط وجب ربطهما بحيث يوتر أي عتب بحسب الابعاد بحسب هذا الضغط وأما الضغط الواقع رأسيًا على كل من الحاملين فهو مبين بالكمية q م

وقد نشاهد مما سبق انه لا مدخل هنا لشكل القطع في مقدار q المناسب لسطح القطع المذكور بحيث ان القوانين المتقدمة يمكن تطبيقها على اشكال ما باستعاضة c س بالمقادير المطابقة له كان يستعوض مثلا بالكمية p اذا كان القطاع دائرة نصف قطرها p لكن حيث كان لا يمكن توزيع الاتصال بالانتظام التام في العمليتان

كان الاوفى والانفع حينئذ ازيد اارتفاع القطع مع تنقيص عرضه ويجب الالتفات الى الانتقال العارضة مثل ضغط الاهوية والمواد التي توضع فوق المسطوح وغير ذلك وبالمجمل فيجب ان يعطى للقطعة المنحنية قطعاً أكبر من القطع الذي يلزم لما في حالة الثقل

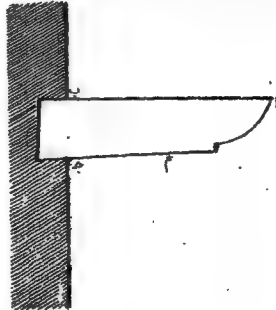
فهذا الساتج من قانون (٢٨)

ثم اننا الى هنا لم نعتبر الا القطع ذوات الشكل المنشوري أو الاسطوانى التي قطعها العرضى واحدى جميع امتداد طولها وقد حسبنا ابعادها وما نتج له من الانتقال بواسطة القوانين المتقدمه لكن لما كان هناك نقط يقع عليهما الضغط أكثر من غيرهما وبسبب ذلك يتكسر منها القطع دون غيرها وجب ان يكون قطع القطعة في هذه النقط أكبر منه في بقية النقط من ابتداء هذه النقطة المذكورة فينقص القطع بالتوالى بشرط ان يكون في المنقوص مقاومة مناسبة للثقل الواقع على نقطة والجسم المختلف القطوع في جميع نقط طولها بشرط ان يكون في شكل نقطة منها مقاومة مساوية للضغط الواقع عليها ويسمى بالجسم المتساوى المقاومة

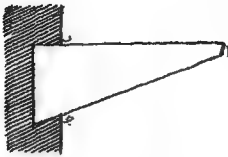
فان كانت القطعة منشورية وأفقية السطح الاعلى ومثبتة من أحد نهايتها وانتهى الى النهاية الاخرى واقع عليها الثقل وأريد معرفة حسابات القطوع المختلفة في هذه الحالة يقال حيث ينشئ من حصول الكسر من نقطة التثبيت وجب تثبيت القطعة في نقطة التثبيت تمسكاً بجارياً على مقتضى القانون (١) وأما بقية المسافة من ابتداء نقطة

التثبيت الى نهاية التعليق فيجربى حسابها على مقتضى القانون $\frac{S}{L} = \frac{S'}{L'}$

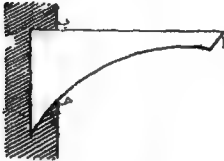
فالرمز S في هذا القانون عبارة عن الابعاد الافقية من نقطتي اوص عبارة عن الابعاد الرأسية للنحنى AM الحد للقطعة من جهتها السفلى وهذا المنحنى هو قوس من قطع مكافئ رأسه في النقطة A وهذه النقطة بوقوع الثقل عليها تبسط ضيف هو طولها في حالة ما اذا كان القطع واحداً في جميع امتداد القطعة



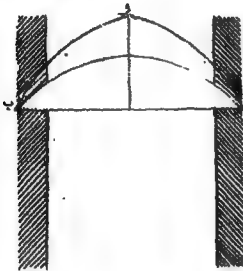
فالذا



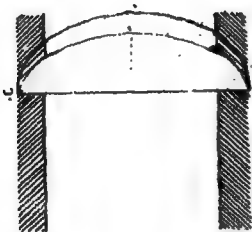
فاذا كان الثقل موزعا على جميع
أجزاء امتداد القطعة بدل وقوعه
بتمامه في النقطة ا صار شكل
القطعة مثلثا وانتهت في جهتها
السفلى بالخط ا >



واذا كانت القطعة لا تحمل الا ثقلها
كان شكل المقامسة المتساوية
قوسا من قطع مكافئ رأسه في النقطة
ا وكان مقعرا بدلا عن كونه
محدبا



وأما إذا كانت القطعة أفقية متكئة
على حاملين وحاملها متقلدا واقعا على
نقطة مامن طولها اقصر ورة تميل
الى الكسر من هذه النقطة فيجب
تسميها من النقطة المذكورة
تسميها جاريا على مقتضى قانون
(٣١) وتكون القطعة حينئذ
متساوية المقامسة اذا انتهت من
سطحها الاعلى بقوسين مكافئين
رأسهما ا و ب



وأما إذا كانت القطعة أفقية ومتكئة
على حاملين وموزعا عليها الثقل
بالتساوي بحيث يقع على كل وحدة
من طولها ثقل قدره و فيجب
حينئذ تسميها في منتصفها بواسطة
القانون (١٩) ويجعل شكل
قطعها الطولي نصف قطع ناقص

(٧٠)

ان وحدة الطول في جميع ما ذكره هي الميل المترو وحدة الثقل هي الكيلوجرام والمادة في العمليات أن يجعل ع = $\frac{1}{11}$ من س في النهاية الصغرى وع = $\frac{1}{4}$ من س في النهاية الكبرى وع = $\frac{1}{8}$ من س في النهاية الوسطى هذا كله في القطع المصنوعة من الزهر وأما قطع الأخشاب فتجعل مقادير ع فيها مختلفة بين $\frac{1}{10}$ و $\frac{1}{4}$ من س وأما القطع المنفردة كالحمل فيجعل فيها ع = $\frac{9}{10}$ من س وأما مقادير ه و ث فهي المصطلح عليها كما في هذا الجدول

مقادير	أسماء المواد	
	هـ	ث
	ك	
٠.٧٠	١٢٠٠	خشب البلوط
٠.٨٠	١٣٠٠	خشب أشوح أبيض
٠.٩٠	١٥٠٠	خشب أحر
٨.٠٠	٢٠٠٠	حديد مطرق
٢.٦٠	١١٠٠٠	حديد صلب

عمليات

المثال الأول ان تكون القطعة من خشب البلوط أفقية الوضع ومثبتة من أحد طرفيها وبارزة بقدر ثلاثة أمتار وبعدها ع = ٢٠ و س = ٣٥ و المطلوب معرفة الثقل الذي يوضع على نهايتها الأخرى بدون التفات الى ثقل القطعة ومقدار هبوط النهاية الأخرى من تأثير هذا الثقل فيؤخذ من ذلك القانونان (١)، (٢)

$$\text{فيحصل } ٩٥٢, ٧٧ = \frac{٣٥ \times ٢٠ \times ٠, ٧٠}{٢٠٠٠ \times ٦}$$

$$٠, ٠٠ ٩٩٩ = \frac{٣٠ \times ٩٥٢, ٧٧ \times ٤}{٢٠٠ \times ٢٠٠ \times ١٢٠٠}$$

فأنا

* (٧١) *

فإذا فرض أن θ معلوم والمطلوب معرفة بعدى القطعة ϵ و δ من فرض أن النسبة

$$\frac{\epsilon}{\delta} = \frac{20}{30} \text{ فيستخرج من القانون (١) } \frac{3200}{3300}$$

$$\frac{3000 \times 902,77 \times 6}{0,70} = \frac{3}{\delta} \text{ ومنها يستخرج}$$

$\delta = 300$ ميللى و $\epsilon = 200$ مللى
فإذا أريد جعل القطعة متساوية المقاومة وجب جعلها متباعدة من جهتها السفلى بقوس
من قطع مكافئ رأسه فى النقطة a ومارباً بالنقطة δ ومحوره $a\delta$ ثم يجزئ الحساب

$$\text{فيوجد أن } \delta = 1998$$

المثال الثانى أن تكون القطعة أفقية الوضع ومنصكئة على حاملين متباعدين عن

بعضهما بقدر δ ثانية أمتار وبعداها $\epsilon = 40$ و $\delta = 60$ والمطلوب
معرفة الثقل الذى تقبله القطعة بفرضه موزعاً عليها بالتساوى فيحصل باستعمال

القانون (١٩) أن

$$\frac{360000 \times 400 \times 0,70 \times 4}{24000} = 18900 = \frac{K}{\delta}$$

فقد دخل ثقل القطعة فى هذا المقدار فإذا كان المطلوب معرفة الثقل الذى تقبله

القطعة بطرح ثقل القطعة المذكورة من المقدار الذى وجدناه

فإذا كان الثقل على وسط القطعة ودألى النصف فقط وأما إذا كانت القطعة مثبتة

من أحد نهايتها فإنها تقبل ثقلها ضعف الثقل المذكور

المثال الثالث أن تكون القطعة من الزهرى تركزة على حاملين متباعدين عن بعضهما

بقدر ستة أمتار ويكون بعداها $\epsilon = 11$ و $\delta = 30$ والمطلوب

معرفة مقدار الثقل الذى تقبله فى منتصفها بفرض أنه لا بد من اعتبار ثقل القطعة

فيعتبر أولاً عن سطح قطعها بأن يضرب بعداه المتقدمان فى بعضهما فيحدث

$$= (72)^*$$

٢٢. ٠.٢٣. ثم يضرب هذا المقدار في الثقل النوعي للزهر وهو ٧,٥٠ فيحصل

ثقل وحدة الطول أى المليمتر وهو ٠.٢٤٧٥ ك

فيحسب ثقل يكون الثقل الكلى المطلوب بمقتضى القانون (٢٥)

$$= \frac{90000 \times 110 \times 2,60 \times 2}{6000 \times 2} = \frac{2}{2} - \frac{2 \text{ ش ع سه}}{2} = 2$$

$$2117,00 = \frac{6000 \times 0,2475}{2}$$

فإذا أريد جعل صورة القطاع كافى الحالة الثانية عشرة يكون الثقل

$$= \frac{2}{2} - \frac{(2 \text{ ع سه} - 2 \text{ ع سه})}{2 \text{ سه}} = 2$$

$$= \frac{800000 \times 100 - 2700000 \times 210}{6000 \times 300 \times 2}$$

$$3061,94 = \frac{6000 \times 0,2475}{2}$$

فهم الانخفاض في الحالة الاولى يكون

$$2,000,004 = \frac{2 \text{ ل}}{2} + \frac{2 \text{ ل}}{2} = 2$$

$$2 \text{ ع سه} \quad 2 \text{ ع سه}$$

وفي الحالة الثانية يكون

$$2,000,000 = \frac{2 \text{ ل}}{2} + \frac{2 \text{ ل}}{2} = 2$$

$$(2 \text{ ع سه} - 2 \text{ ع سه}) \quad (2 \text{ ع سه} - 2 \text{ ع سه})$$

فإذا

* (٧٢) *

فإذا كان المستعمل قطعة من خشب البلوط بدل القطعة من الزهر في المثال المتقدم وجب أن يجعل قطعهما مربعا ضلعه ٣٣ ر. وذلك لاجل أن تتحمل في وسطها الثقل الذي قدره ٣١٣٩,٣٠ ك. فإذا كان عرضها عشرين عرض القطعة المختفة من الزهر في المثال المتقدم وجب لاجل أن تتحمل ثقل اقربه ٣٥٦٠ ك أن يجعل سمكها ٤٤ ر.

* (في التأسيسات) *

من حيث ان الاساسات عبارة عن القواعد التي تحمل أفعال البناء يجب أن تكون ذات صلابة ومثانة عظيمة بحيث أنها لا تهبط من تأثير ثقل البناء الواقع عليها ولا تنزع أصلا من تأثير التدافعات الأفقية المختلفة المفعولة عرضة لها مثل تدافع العقود والأثرية والمياه ونحو ذلك وأن تكون المقاومة الناشئة عنها واحدة في جميع أجزائها كي لا يحصل بذلك خلل ولا تغير ما في شكل جميع أجزاء البناء ولا في القوامات بعضها. وبعلم هذا ذكر أن الاساسات عرضة لتأثيرين أحدهما رأسي وهو ثقل البناء والآخر أفقي وهو وكاية عن مجموع التدافعات التي سلف ذكرها ولا يتبدى بالكلام على التأثير الثاني لقلة الكلام عليه فنقول

أما التأثير الثاني فإنه لا يخفى منه إذا كانت الاساسات مصنوعة في عمق عظيم من سطح الأرض كما هو العادة لأنه يحصل بسبب احاطة الأرض بالاساس وامتزاج المواد ببعضها وثقل البناء مقاومة كافية لهذه التدافعات المذكورة بحيث لا يخفى من ترزح البناء في أغلب العمليات المعتادة لكن لا ينبغي قطع النظر بالسلبية عن هذا التأثير الذي شرحناه لما ذكرناه بل يلزم اعتباره في بعض العمليات واستعمال الطرق اللازمة عملها بحيث لا يحصل ضرر للبناء. وأما التأثير الأول فلا يخفى منه متى كان الاساس موضوعا فوق أرض صلبة متحدة النوع متماسكة الأجزاء. وحيث أن الطبقات المترتبة منها الأرض مختلفة الصلابة لاسيما الطبقات الأولى المترتبة من الأثرية المنقولة يجب دائما على المهندس عند رمي أي أساس أن يحفر الأرض حتى يصل إلى الطبقات الصلبة المجامدة فعند ذلك يرمي الأساس فوقها وحيث كان لا يتأتى الوصول في بعض الأراضي إلى الطبقة الصلبة المذكورة لا بعد التوغل في الأرض وأجراء العمليات التي تستلزم كثيرا من المصاريف ومضي كثير من الزمن في الحفر وتقل الأثرية وما أشبه ذلك فيجب حينئذ استعمال طرق أخرى للتأسيسات على حسب أنواع الأرض

تفكره

يجب ان يستغنى عن الطبقة المذكورة ونشرح هذه الطرق في محالها عند الكلام عليها وحيث كانت طرق التأسيس تختلف باختلاف أنواع الارض يلزمنا ان نشرح الطرق اللازمة لذلك فنقول

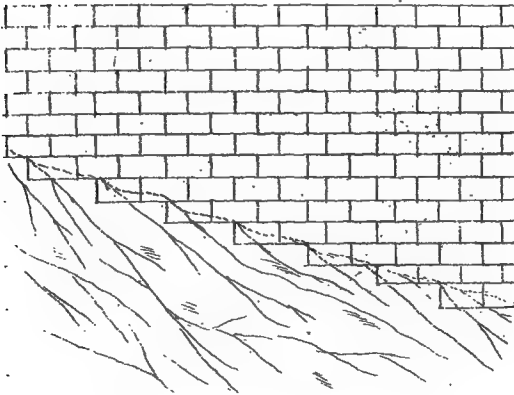
ينبغي لمعرفة جنس الارض ان تحفر آباراً وتستعمل المجسات الارضية وهي قضبان من الحديد ذات خروق في جهة طولها اولى أسفلها تدق في الارض بواسطة مطرقة أو مندالة فعندئذ وجها يعرف جنس الارض بواسطة التربة التي تبقى في هذه الخروق ويوجد عادة في رؤس هذه القضبان حلقات توضع فيها قطع أخشاب بواسطة يدور القضيب عندئذ وجها من الارض فتدسل التربة في هذه الخروق فتعرف حينئذ أنواع الارض وقد يتركب القضيب الواحد في بعض الاحيان من جملة قضبان معشقة في بعضها هذا اذا كان المطلوب غرس المحس في عمق كبير من الارض وقد تختلف اشكاله بحسب كثرة صلابة الارض وقلتها وهناك طريقة أخرى وهي ان يؤخذ قطعة خشب ثابتة طولها ثلاثة أمتار أو أربعة يدق بها على الارض في عدة أماكن فاذا تم ربط من الدق وتسامن ذلك صوت خالص علم حينئذ انها صلبة وأما اذا ساءل الدق هبوطاً وسمع صوت غير خالص فانه يعلم حينئذ ان الارض غير قابلة للتأسيس فان ظن ان الارض الصلبة قريبة فحفر حينئذ حتى يتوصل اليها ثم يرمي الاساس وأما اذا كانت بعيدة واحتاجت لكثير من المصاريف فتستعمل الطريقة الموافقة لذلك ويجب على المتروك بعملية المحس ان يعم النظر في امتحان الطبقات مع غاية الدقة والاضبط التام وأن يكرر العمل في نقط كثيرة من محل الاساس ولا يغتر بوجود طبقة صلبة خفيفة بل يتغول في الارض حتى يتمكن من جميع الطبقات الصلبة المتوالية ويقف على أساسها كما لو اتجاهاها وسير المياه فيها لانه قد شوهد في كثير من المحال طبقات سائرة الفجوات من الارض كالقواطين والمجاري وغيرها وطبقات صلبة تحتها طبقات غير صلبة فتتضاغط ولا تقبل ثقل البناء وهذا السبب تنفصل أجزاء البناء من بعضها ويحصل تلف عظيم وهو هدم البناء ويجب عليه أيضاً امعان النظر في كيفية التأسيسات المعتاد عملها بحيث يتفاد دليلاً يسلك عليه ولا ينبغي له ترك التفحص بل لابد من امعان النظر في جنس الارض حيث انها تختلف من نقطة الى أخرى ومن حيث ان الاماكن تختلف في الاهمية والشكل وغير ذلك يكون لكل منها تأسيس وفاقه ولا يناسب غيره ثم ان اجناس الاراضي وان كانت مختلفة كثيراً يمكن حصرها في نوعين وهما الاراضي القابلة

* (٧٥) *

القابلة للضغط وغير القابلة له
من النوع الأول الأرض الطفلية والأراضي النباتية والوحشية وأرض روية
وغير ذلك
ومن النوع الثاني الأرض الصخرية والمجرية والرملية وغير ذلك ولنشرح الطرق
المستعملة في كل من هذين الأنواع فيقول

* (في التأسيسات التي تعمل في الأراضي غير القابلة للضغط) *

يمكن البناء على الأرض الصخرية بدون تأسيس لكن الأحسن في المباني المهمة
أن يحفر فيها محل الأساس حفرا قليلا بحيث يرتكز عليه البناء ويختلف عمق ذلك الحفر
لكن لا يكون أقل من ٣٠ سنتيمتر
فاذا كان سطح الصخر قريبا من الاستواء عمل فيه الأساس على هيئة مدرجات كما في
هذا الشكل



ولهم غاية الاهتمام بمزج المواد ببعضها في بناء المحيطان المعدة لتسوية التوازن فوق المدرجات بحيث تشغط بالتساوي ولا يذآن تترك المحيطان مدة حتى تجف وتطوئن لانها اذا بنى فوقها وهي ليثة حصل في المدرجات الواطية انضغاط أكثر من غيرها ويتسبب من ذلك تفلق في المحيطان

فاذا كانت الصخرة التي يراد البناء فوقها قليلة المقاومة ينبغي بعد بناء الاساس كما تقدم تعرض الاساس وتعميقه بالوجه اللائق

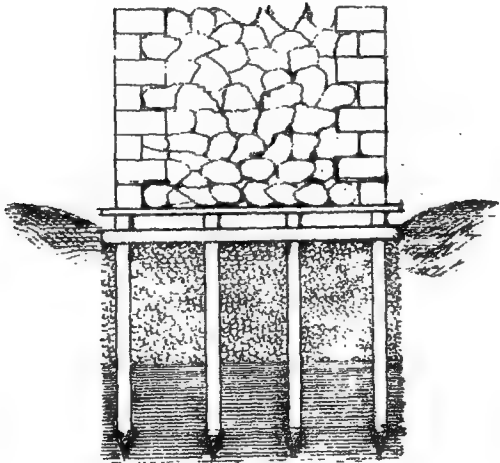
ومن حيث انه يوجد في بعض الاحيان تحت الصخور فجوات طبيعية مغطاة بطبقة ظاهرة غير محكمة لا تتحمل ثقل البناء الا كزفوقها يجب ازالة هذه الطبقة من فوق الفجوات وملؤها بالديش والمونة او الخرسانة بحيث تؤمن عاقبتها كما لا بد من ملء الفجوات الظاهرة ايضا مما تقدم وكيفية وضع الاساس في بقية الاراضي التي من النوع الثاني كالاراضي الحجرية والاراضي الرملية والاراضي الرملية ككيفية وضعه في الصخور لكن من حيث ان هذه اقل تماسكا ومقاومة من الاراضي الصخرية يجب جعل عمق الاساس وعرضه عظيمين بالنسبة الى الانقال المتكئة عليها

ومن المعلوم ان الاراضي الرملية ليست واحدة في جميع المحال بل منها ما هو صلب ذو تماسك ومقاومة كافية يمكن التأسيس فيه بدون مضرة ولا خوف ومنها ما اذا حفرفيه نبع منه ينابيع ماء كثيرة وهذا الصنف وان كان يتحمل ثقل البناء كالذي قبله الا انه لا بد فيه من مراعاة الاحتراسات وهي ان يتبدأ أولاً برسم الاساسات على الارض ثم تحضر المواد اللازمة وتخزن قريباً من محل الاساس ثم يحفر عمق كاف يمكن بناؤه في يوم واحد وبعد تسوية قاعه بنى ثلاثة مدايمك من الديش الجوالي والمونة الجيدة وتخلأ الاخلايا بالقسوم والديش الصغير ويداوم على البناء بعد ذلك مع غاية السرعة والاتقان بالمواد المحضرة قبل علو المياه وتغير بقايا البناء فيحتاج ذلك الى مصاريف جسيمة وكذا يفعل في اليوم الثاني وما بعده حتى يتم الاساس

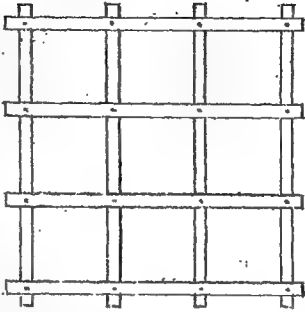
ومن المهم ان يكون الحجر المستعمل في المونة مائياً طبيعياً كان أو صناعياً فاذا خيف من ذلك من تأثير المياه في الاساس اى سر يانها بينه وبين الارض بحيث ينحشى على البناء المرتكز عليه وجب حفظه اما بواسطة الخوازيق التي تفرس بماسية لبعضها في جميع امتداد الاساس واما بحواطط بنى عمدة تحت الينابيع حتى لا يتأذى منها ضرر في الاساس

* (٧٧) *

وحيث انه لا يمكن في كثير من الاحوال الوصول الى الارض الملبدة ووضع الاساس عليها ما يترتب على ذلك من كثرة المحفر ونزع المياه ونقل التربة وضياع كثير من المصاريف فاخترعوا طرقا للتأسيس في الاحوال المذكورة وبها يسهل الوصول الى المطلوب ونحن نشرحها لك فنقول تدق في جميع سطح الاساس خوازيق يكون محور كل واحد منها بعيدا عن الاسر اما بمقدار ٢٠ أو ٨٠ سم على حسب الثقل المحمول وقطر هذه الخوازيق في العادة $\frac{1}{4}$ من طولها لكن لا يكون أقل من ١٨ سنتيمتر



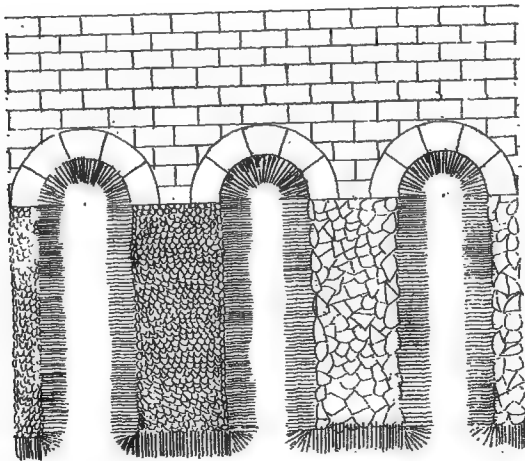
وفي هذه الحالة يمكن ان
تحمّل فوق كل ميليمتر
مربع من سطح قطاعها
٥٠ ك. وهي في العادة
منتجة الطرف الاسفل
بسلاح من حديد وذلك
لمهولة غرسها في الارض
حتى تصل الى الارض
الصلبة فان كانت هذه
الارض الصلبة رملية
او زلطية تعمّر غرس



الخوازيق فيها وحصل في دقها مشقة عظيمة تزداد كلما غاصت في عمق الارض ويترك
الدق على الخوازيق حتى وقفانزولها وحصلت المقاومة مع وضع الثقل الذي يمكن
ان يحمله كل خازوق ويستدل على ذلك في العمليات بأمر منها ان يدق على الخوازيق
عشر مرات بمطرقة قدر زنتها ٦٠٠ ك. وارتفاع سقوطها ٦٠ سم. ويظهر انه لم ينقص
الا ١٠ سم. فيمكن حينئذ اعتباره انه كاف لتحمل ٥٠٠ ك. ومنها ان يدق عليه
بالمطرقة المذكورة ٣٠ دقة ويكون ارتفاع السقوط ٢٠ سم. ولم ينقص الا المقدار
المتقدم فيعلم حينئذ انه يحتمل الثقل المذكور ثم انه يعتبر في العمليات المعادة التي
لا تحتاج لكثير من المقاومة ان مقدار النزول مناسبة لمقادير الانفعال التي يمكن ان
تفعلها الاراضي غير ان المنوط بالعمل لا ينبغي له ان يكتفي بهذه المشاهدات في عملية
وانما يكون مناط نظره التجربة المؤسّسة على القواعد والادلة الصحيحة ثم ان الخوازيق
بعد تمام غرسها تقطع الى الارتفاع المحدد في مبداء العملية ثم تزال الاراضي التي ترزخت
في اثناء دق الخوازيق ويملأ محلها بالبدش والمونة المائنة معالز بادة الصلابة ولا بد
ان يكون البناء هذا ميك متواليه كذلك كما يحكم لاجل زلق الخوازيق ببعضها
وزيادة المقاومة ثم بعد ذلك تثبت رؤس الخوازيق بقطع من خشب في جهة الطول
وجهة العرض ببعضها كما هو مبين في الشكل المتقدم ولا بد من ملء الاغنية المتكونة
بين هذه الاخشاب بالبناء بحيث يشكون من ذلك كله دكة مستوية السطح موزونة في
جهايتها يوضع فوقها فرش من ألواح الخشب ملتصقة ببعضها يرفع فوقها البناء المراد
عمله

عمله وفي بعض العمليات يستعمل بدل هذا الفرش عندما كان من الدبش الجعالي محكما
الرص حول جميع أجزاء الأساس أو بطي الأساس كله بطبقة من الخرسانة تمتد إلى عمق
مناسب فيمكن بواسطة ذلك أن يكفى بالتخوازيق فقط دون ربط رؤسها بالانخساب كما
تقدم ولا يخشى حينئذ من تزوج البناء من فوق الأساس حيث زال الفرش المذكور
وبوجوده وبما يحصل ذلك

فإذا كان المراد تمكين عمق الأساس في عمق عظيم من الأرض كعمق ثمانية أمتار
أو عشرة احتيج في الطريقة المتقدمة إلى كثير من المصاريف فالأوفر والأحسن أن
تقصر آبار في جميع امتداد الأساس مربعة أو مستطيلة ثم تملأ بالبناء المتين أو بالخرسانة
أن كان في الأرض بعض تماسك ويعقد بينها بعقود مبنية بناء محكما يمكن عملها بدون
صبوة بأن يجعل للأرض الكائنة بين كل بئرين بواسطة التربة المدكوكة وصورة العقد
كالشاهد في ذلك الشكل



وكذلك يمكن لزيادة الوفراستعمال الخرسانة أو الرمل المدكوك بدل الخوازيق وطريقة ذلك ان تدق قطعة من الخشب الى العمق المطلوب ثم ترفع فيه تكون منها حفرة فتملأ هذه الحفرة بالخرسانة أو بالرمل المرشع بالماء وهكذا بهذه المثابة الى آخره امتداد الاساس بشرط ان يكون بين كل حفرتين مسافة مناسبة ولا تملأ الحفرة المذكورة بالرمل المدكوك المتقدم الا اذا كانت الارض ذات صلابة في الماء وأما اذا كان المراد التأسيس فهناك طرف عديدة بحسب الاحوال

(الطريقة الاولى) هي ان يحاط بمحل الاساس بسد من الخشب والاتربة او من الاتربة فقط ثم تنزع المياه المحصورة في السد في انكشف الارض عمل الاساس بالطرق المعتادة كما تقدم وقد تنقص فائدة هذه الطريقة متى زاد ارتفاع الماء من مرتين وقد يختلف شكل السد وتركيبه باختلاف ارتفاع المياه وقوتها والمواد الممكن الحصول عليها فثارة يكون السد مكونا من اتربة ذات المنحدرين أحدهما داخل والاخر خارج وثارة يكون مكونا من اتربة محصورة بين خوازيق مثبتت قهسا سد من الخشب ملتصقة ببعضها تسمى (بيلانش) وهذه السد تتركب من ألواح من الخشب يختلف سمكها من

١٠ الى ١٥ م مدببة الطرف الاسفل والعادة ان يجعل عرض السد قدر ارتفاع المياه وقد يكفي في بعض الاحيان بسد من خشب تقطع كيفية تركيها وتثبيتها على حسب الاحوال ويمكن الاكتفاء بالاشعة المتجهة ان كان علو الماء قليلا ويكاد التساوي يكون معدوما وهذه السد عرضة لتأثيرين أحدهما التأثير النشائي عن الاتربة المحصورة بين الخوازيق وثانيهما نشائي عن المياه المحاطة بالسد والمذكورة فان نزع المياه من الداخل وزهيا الى الخارج ربما أثرت في الخوازيق وكسرت بها فلابد من منع التأثير الاول تربط رؤس الخوازيق بهوارض من خشب أو من حديد ولا يبالغ النشائي تسليدا السد ومن الداخل في عدة نقاط من طولها بمساندن من خشب تختلف كميتها بحسب شكل السد واتساعه وارتفاعه ولا بد من الاهتمام في انتخاب الاتربة الناعمة الخالية من القطع الصخرية من الطوب والبش والزلط وقطع الاخشاب وما أشبه ذلك ثم توضع طبقات تدك دكا محكما ولا بد ايضا من ارتكاز هذه الاتربة على الارض الصلبة فان لم تكن الارض صلبة فستعمل الاسات الغواصة متى تظهر الارض الصلبة فيردم حينئذ فوقها ومع انه يتم غاية الاهتمام في احكام

(٨١)

مناخه هذه السدود بشاهد بعد تفرج المياه من داخلها أن المياه تخرج من ثلاثة مواضع أمان وسط السد وأمان قاعدة أو تنبع من الأرض عيون فتزداد كمية المياه وترداد حيثند عملية التزجج وربما بعد ذلك فان رشح من الموضوع الاول علم حيثند أن ذلك دليل على عدم الاعتناء في انتخاب الأتربة ووجود بعض الأخشاب أو الأجار فيها ولا يضمن الاحتراس الكلى من ذلك هذه العملية بحيث تكون الأتربة نظيفة من سائر المواد الغريبة وان رشح من الموضوع الثاني سكان هذا دليل على أن الأتربة ارتكزت على أرض رملية غير صلبة وبناء على ذلك يلزم تنظيف محل الردم بواسطة الآلات الفواصة كما تقدم. وأما ان ظهرت من الموضوع الثالث عيون فلا يضمن الاهتمام وعلم الاهلك في سددها بكل ما يمكن من الطرق حتى لا تزداد كمية المياه وتضعف عملية التزجج والاحسن ان يحاط المنبع بضرورة مستدير من البناء ان أمكن ذلك فتزجج المياه فيها الى استواء ماء النهر وتقف بعد ذلك ولا تنصرف بالعمل.

ومن حيث ان العمليات في مثل هذا السدود صعبة جدا يجب حثيثا أن تكون المواد مضمرة بحيث يسهل العمل مع غاية السرعة ولا يكون هناك أدنى تأخر. ويلزم أيضا عدم الصرف والحصول على الوفرة ان تكون السعة المصورة بين السدود قليلة ما أمكن بحيث لا يحصل مضايقة في الشغل بل ربما احتاج الامر لعمل سدود أخرى لزيادة الاحتراس.

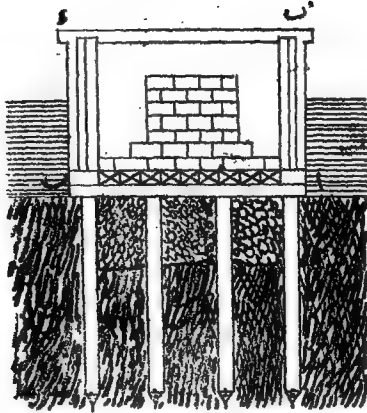
وقد تستعمل للتزجج الآلات كثيرة منها السطول والنطالات والشوايف والسواقي على اختلاف أنواعها والطلمبات بأنواعها ويختار من هذه الآلات ما يناسب العملية على حسب المياه التي يراد تزججها. كثيرة كانت أو قليلة وارتفاع المحل الذي يصب فيه الماء وكية الشغالين كدورة العدد كانت أو قليلته وغير ذلك في كثير من الأمور فإذا استغرق تزجج المياه مقطوعة وكانت كمية المياه كثيرة فلا يحق ان تستعمل الآلات التي تدورها بالحمى ولا تدور بالآلات التي يدورها الآدميون ويمكن ان تكون الآلات التي تدورها بالحمى وأما تدور من الآلات التي يدورها الآدميون بحيث كانت هذه الآلات تستغرق كثيرا من الزمن في تركيبها وحملها وتستدعي كثيرا من المصاريف يلزم حينئذ ان لا تستعمل الآلات في العمليات المهمة الجمعية ولا يمتثل منها الا ما كان أوفر وأليق بالعملية.

(الطريقة الثانية)

طريقة التأسيس في الماء على خوازيق وتقاض من خشب بدون اجراء عملية النزح
وكيفية ذلك هي ان تدق الخوازيق لاسناد الاساس وتثبت رؤسها بتقضيصة من خشب
بعد ان تقطع من جهة نهايتها العليا تحت سطح الماء بقدر ٥٠ سم او ٦٠ سم ثم تملأ
الاعلية الكاشية بين الخوازيق بالبدش أو تنكس الخوازيق بسد من خشب وتملأ
المسافات الكاشية بين الخوازيق والسد بالخرسانة وبعد تمام هذه العملية يوضع البناء
المراد عمله فاذا اتفق ان النهر فاض بقعة احتساج الامر حينئذ الى عملية نزح قليل
(الطريقة الثالثة)

طريقة التأسيسات بالصناديق وهي ان تعمل صناديق كبيرة مستوية المساعدة التي
يلزم ان تكون مكونة من قطع عظيمة الحجم واجناس المركبة من ألواح سمكها ١٠ سم
تكون مصنوعة صنعة بها يمكن فكها وتركيبها ثانية بحسب الارادة حتى اريد عمل
الاساس بهذه الصناديق يوضع الصندوق فوق المحل الذي يراد التأسيس فيه ثم يبنى
داخله بالتدريج كما يعمل على الارض فينزل في الماء شيئاً فشيئاً حتى يمس الارض كلما
ازداد البناء فيه فان كان عمق الماء قليلاً ينزل الى القاع وبعد دخول الماء فيه ثم يبنى
داخله فاذا اريد نزوله في الماء قبل البناء يوضع داخله أنقال مستعارة فينزل ثم يبنى
داخله بالطريقة المعتادة حتى كان قاع النهر صلباً صككتي حينئذ باستقرار
الصندوق في القاع لكن لما كان يندو استواء قاع النهر في كثير من المحال لا تنزم
قبل وضع الصندوق تسوية هذا القاع بعمليات أولية اما بالآلات القواصة أو بعمل
طريقة من الخرسانة وان كان القاع غير صلب تفرس فيه خوازيق تقطع قطعاً أفقياً
بالآلات مخصوصة قريباً من سطح الارض ثم تملأ الاعلية الكاشية بينها بالبدش أو
بالخرسانة ثم ترفع اجناس الصندوق بعد تمام العملية ولا تترك الاقاعده تحت الاساس
وقد تثبت هذه الصناديق متى وضعت في الماء في محالها اللازمة بحيث لا تقبل الا الى
التحرك الراسي في الصعود والهبوط تبعاً لسطح الماء بواسطة خوازيق تدخل في حلقات
مثبتة في جوانب الصندوق وهذا استقرار الصندوق على الخوازيق والبدش يلزم
حفظ الاساس من تأثير الماء مخافة ان يحفره ويهدمه بواسطة صف من خوازيق
تحيط بالاساس وتكون ملتصقة ببعضها وقاعدة الصندوق مبنية في هذا الشكل
الآتي بالحرفين ا ب والحروف ا ث ب ج تدل على قوائم مبنية بواسطة
خوازيق أفقية مثل عارضة ث و

(٨٣)



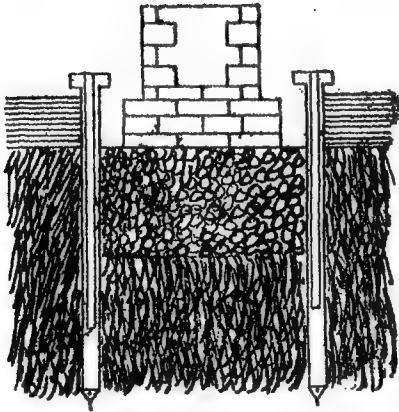
والسند مثبتة فيها ونازلة في أفريز مصنوع في سطح برواز القاعدة والعوارض الأفقية
المذكورة مثبتة في القاعدة بواسطة قضبان من حديد عسكها من الأعلى صواميل ومن
الأسفل مشبك

وقد يشاهد من هذا الوضع انه يكفي لفك أجناب الصندوق ان تحمل الصواميل وترفع
القضبان

(الطريقة الرابعة)

طريقة التأسيس بالخرسانة وهي ان يحاط بحمل الأساس بسد من الخوازيق (والبلنش)
والأترية وتحفر الطبقات غير الصلبة من عمل التأسيس بواسطة آلات الغوص حتى
يتوصل الى الارض المناسبة في الصلابة فمن ذلك يتأهل الأساس بالخرسانة الى
الارتفاع المطلوب ثم يبنى فوقه كالمعتاد

ومنى كان القاع من الصخر لا يمكن حينئذ غرس الخوازيق فتم عمل في هذه الحالة صناديق لا قاعدة لها مركبة من قوائم ومن سدد غليظة من البليتس ممسكة لعوارض أفقية تعبرك بينها وتزل الى ان تمس الصخر فيثبت موضع الخرسانة في وسط الصندوق ويعمل الاساس كالسابق



وحيث كان من المعلوم ان الماء يحفر غالب الاوقات حول البناء فانصبابه يلزم التحكك بطرق ثلاثة اذكرها لك فاقول

الاولى ان يحاط الاساس بالديش

الثانية ان تغرس خوازيق تحاط بالبليتس حول الاساس ملتصقة ببعضها ثم تملأ

المسافة الخالية بينها وبين الاساس بالديش أو بالخرسانة

الثالثة ان يصنع فرش عمومي من البناء في جميع امتداد المثل الذي يحتشى عليه وأوفر هذه الطرق واحسنها استعمال الطريقة الاولى الا انها اقل صيانة للاساس

من

من غيرها وفتحنا الطريقة الثانية في حالة ما إذا كانت المياه غزيرة فتدق المخازيق
دقاقا وبها حتى تصل تحت النهاية الكبرى من الحفر التي تنشا من تأثير المياه على
القاع

وأما الطريقة الثالثة فتمت عمل في حالة ما إذا كان قاع النهر مركبا من زلط ورمال
قليلة الخسائسك ويستفاد مما سبق أنه لا يمكن الاجراء على قانون مخصوص في جميع
التاسيسات وإنما الأحسن والأوفق ان يختار المهندس المنوط بالعمل بحسب الأحوال
التي تعرض له الطريقة الثالثة بارتفاع المياه وقوتها وأهمية البناء والمواد المستعملة
وبها أوضح ذلك

(في التأسيسات على الاراضي القابلة للانضغاط)

معي كانت الارض الصلبة بعيدة جدا ويجب على المهندس المنوط بالعمل ان يجري
التاسيس على الارض غير الصلبة ثم هذه الارض تارة تكون فيها بعض صلابة وتارة
لا يكون فيها ذلك

فان كان فيها بعض صلابة أي أنها تنضغط قليلا وجب عليه ان يضع في امتداد الاساس
فرشاهم وهيما يكونا من كتل خليجته من الخشب ملتصقة ببعضها أو متعارية يرتفع
فوقها الاساس والبناء ويجب ان يصكون عرض الفرش مناسباً لانضغاط الارض
وما تنصله من الاتصال في كل نقطة بشرط ان يكون مقدار الثقل الواقع على وحدة
السطح واحدا في جميع امتداد الفرش ولا يعتد في نهاية معلومة ثم يرتفع البناء بعد
ذلك بالاتظام على قدر الامكان حتى لا ينضغط بعض الاجزاء من زيادة على البقية وفي
بعض الاحيان يستعمل بدل الخشب فرش من الخرسانة ذو سمك مناسب بحيث
لا يخشى منه فاذا انخفض من تأثير الماء وضع تحت الفرش طبقة خليجته من الرمل وقاعدتها
توزيع الضغط بالتساوي وتنقيص عرض الفرش وكذلك اذا كانت طبيعة الارض
لا ترشح الماء تستعمل المخازيق في جميع امتداد المحل للتأسيس عليها

واذا كانت رعدة جذبا بحيث يحتاج الاساس لاتساع عظيم مؤذنا كثيرا للمجسار فيه
لزم قبل وضع الاساس جعل أرضه صلبة باحدى الطرق التي لا تلتصق
الاولى أن توضع أحجار على الارض في محل الاساس لتكتسب الارض بذلك متانة
عظيمة مائة كما هي في الارض وترداد كمية الدبش اللازم وضعها كلما كانت الارض
كبيرة الرخاوة وكان ثقل البناء جسيما

الطريقة الثانية أن تغرس حوازيق في محل الأساس بشرط أن يكون طرفها الاقل هو
المغروس في الأرض عسافة أن تنقذ عند ذق باقي الحوازيق وهذه الحوازيق قد
تكون رفيعة وقد تكون غليظة على حسب الاحتياج فتكون غليظة متى شوهذا أن
طبقات الأرض تزداد صلابة كلما بعدت عن السطح وتكون رقيقة في مكس ذلك ويمكن
الاستعمال للطريقتين معا بمعنى أنه يوضع من الحوازيق الغليظة والرفيعة معا بملا
الانحطية بالمدينش ويجب على كل حال أن يكون الفرش مقسعا زيادة عن محل البناء لاسيما
في الجهة التي يخشى منها وبعد اجراء ما ذكره في فوق الفرش ما يلزم بناؤه
ولما كانت أرض المنخفضات أي الأرض المكونة من مامولين قليلة التماسك شبيهة
بالمائع في جميع خواصه بحيث اذا وقع عليها ضغط سري في جميع أجزائها كان التأثير
عليها في غاية الصعوبة لاسيما عند وضع الحوازيق فانها تنقذ ولا تثبت الا بدق
الحوازيق بالآخر بجوارها أو من تأثير الأرض عليها حينئذ يجب عمل فرش عموي
متسع ذي سمك كاف من الخرسانة متى أريد التأسيس عليها ويجب أن يكون عرض
الأساس كبيرا وان يكون الثقل موزعا بالتساوي في أثناء الشغل بحيث لا ينضغط جزء
أكثر من غيره وان تدم الأرض المجاورة للفرش بالتراب ولا بد من وضع انفال عظيمة
مدة أشهر على كل جزء من الأساس يساوي مجموعها بالاقل ثقل البناء اللازم وضعه
حتى يتوطن

* (في سيلان المائعات) *

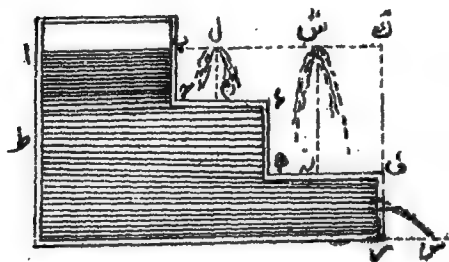
جميع القوانين الجاري على مقتضاها العمل في سيلان المائعات مؤسسة على القاعدة
الآتية الناشئة من فرض توازي طبقات الماء في الاناء المستدل عليها بالبرهان وهي
ان سرعة الماء عند نزوجه من منفذ تعتبر مساوية لسرعة جسم ثقيل يسقط من
الارتفاع الكائن بين اسطو سطح الماء في الاناء الخارج منه الماء ومركز المنفذ
ولشرح التطبيقات المتضمنة على هذه القاعدة والقوانين التجريبية المستعملة
في الاعمال فنقول

اعلم ان سيلان الماء على حالتين المحالة الاولى أن يكون استواء الماء الموجود فوق منفذ
السيلان ثابتا في الاناء

المحالة الثانية أن يكون استواء الماء الموجود فوق منفذ السيلان متغيرا
في المحالة الاولى يفرض أنه يأتي الى الاناء ماء من تيار جار مساو للماء الخارج منه

(٨٧)

وفي الحالة الثانية يفرض أنه لا يأتي إلى الانماماء من الخارج أو أن الماء الوارد إليه أقل من المنصرف منه بواسطة النفذ ولتختبر كلا من هاتين الحالتين على حدة فنقول
(الحالة الأولى وفي سيلان الماء الثابت الاستواء من الأواني)
لأنياب القاعدة المذكورة تفرض كافي هذا الشكل



متغذين م و ه بالوجهين الأفقيين و د و ق ه الزاوية ط الملوذ أعمام الماء
إلى استواء ثابت الك

فإذا فتح النفذان صعد منهما الماء وهلا إلى أن يقرب من استواء الماء الك في الأنا ط
ويمكن أن يصل إلى الاستواء المذكور إذا لم يكن هناك مواع كالهوا وخلافه تمنعه
من الصعود

وحيت أنه معلوم أن أي جسم دفع بقوة من أسفل إلى أعلى لا يصل إلى ارتفاع معلوم
الأسباب كونه وقع عليه فعل وصل له سرعة تساوي لسرعته لو فرض سقوطه من هذا
الارتفاع فعلى هذا تكون الجواهر المائية حين خروجها من المتغذين م و ه بواقعا
عليها فعل وصل لها سرعة مساوية للسرعة المتعاقبة للارتفاعين م ل و ه شبه أي
إلى ارتفاع الماء من المتغذين إلى استواء سطحه فإذا رزنا إلى سرعة خروج الماء
بحرف سيم وإلى ارتفاع استوائه فوق النفذ بحرف م يحدث

$$س = ٢٤٧ م$$

* (٨٨) *

فإذا فرض أن الماء موصلا عن أن يخرج من المنفذ م و ه يخرج من فوصلين أحدهما موصوع في منفذ م والآخر في ه فلا يرتفع الماء إلى ارتفاعه الذي ارتفعه سابقا قبل وضع الموصلين كما وجد ذلك بالتجربة ويكون نقص الارتفاع بالموصلين متناسبا أعني لو نقص مقدار هـ الماء في أحد المنفذين بقدر الربع لنقص في الآخر كذلك

فإذا فرض أن م النسبة بين علو الماء وارتفاع الماء الارتفاع فوق المنفذ يحدث

$$\text{م ه} = \frac{\text{م} \times \text{م} > 2}{\text{م}} \quad \text{و}$$

$$\text{م ه} = \frac{\text{م} \times \text{م} > 2}{\text{م}}$$

وهنا م و ه ارتفاعان مختلفان للماء م ه و ه سرعتان المقابلتان للارتفاعين المذكورين ومن القانونين المتقدمين يحدث

$$\text{م ه} : \text{م ه} :: \text{م ه} : \text{م ه}$$

أعني أن النسبة بين سرعات خروج الماء من الموصلات كالنسبة بين المجنود والاربعة لارتفاعات الماء

وبما سبق يوافق الجبال التي تكون فيها المنافذ مقنوعة في القاع وفي الجوانب الرأسية

* (في البحث عن مقدار تصرف الماء) *

مضى على سرعة البرعة لا صعوبة في معرفة مقدار الماء المتصرف في وحدة الزمن لأنه كاية عن منشور قاعدة سطح المنفذ وارتفاعه السرعة فإذا رمزنا لمقدار التصرف بالرمز م و لسطح المنفذ بالرمز م ه يحدث

$$\text{م ه} = \frac{\text{م} \times \text{م} > 2}{\text{م}}$$

والقانون المذكور مبني على فروضات غير تامة منها أن السرعة مقابلة لكل الارتفاع م ومنها أن جواهر الماء تخرج من جميع نقاط المنفذ على هيئة خطوط متوازية والحال أن الأمر ليس كما ذكر لأن السرعة الناتجة من التجربة أقل من السرعة المحسوبة بواسطة القانون

القانون المتقدم ونقص تلك السرعة منسوب الى اتجاه عروق الماء حين خروجها من المنفذ لانها ميل الى أن تجتمع فينشا عنها ما يسمى باندماج عرق الماء

وبالتجربة وجدوا أنه متى كان المنفذ مصنوعا في جانب رقيق ينقص الاندماج قطاع عرق الماء ويجعله أقل من سطح قطاع المنفذ وينتج على ذلك ينقص مقدار التصرف ومتى كان سيلان الماء حار يوافوا سطة موصل اسطوانتي تكون سرعة الخروج أقل من السرعة النسوية للارتفاع فيكون التصرف هنا أيضا قليلا وإذا كان الموصل مخروضا يحصل نقص كذلك في السرعة والقطع ويتبع ذلك التصرف وفي جميع هذه الحالات يكون مقدار السرعة الحقيقية كمر من مقدار السرعة النظرية فاذا رمزنا بالرمز m لمعامل الاندماج يحدث

$$v = m \times \sqrt{2gh}$$

(ومقدار m يتعين بالتجربة في كل حالة خصوصية) فاذا رمزنا بحرف z زمن سيلان الماء من المنفذ يحدث

$$v = m \times \sqrt{2gh} \times z$$

والحالة التي فيها المنفذ مستدير ومصنوع في جانب اناسمه أكبر أقل من قطر المنفذ تكون صورة العرق فيها كافي هذا الشكل أعني هيئة مخروط ناقص قاعدته الكبرى المنفذ والصغرى هي دة عنه وهو ab ثم عند وصول عرق الماء الى هذا القطع يسير منتظما على هيئة اسطوانة مسافة تصغر وتكبر على حسب الحالات ومقدار التصرف في هذه الحالة يساوي



للقطع ab مضروبا في السرعة النسوية

لارتفاع m وقد وجدنا حدها هيرا لايدر وليكن أن النسبة بين قطاع الاندماج

والقطاع الأصلي كالنسبة بين $2.7 : 1$ أعني ان نسبة

$$a : b :: 2.7 : 1$$

تذكره

(٩٠)

فإذا كان قط رمزاً لقطاع المنفذ يكون مقدار

$$\text{قطاع أ ب} = \frac{\text{قط}}{٢٧} = ٧١ \text{ و } ٠ \text{ قط}$$

فيثبت ذلك يكون مقدار التصرف

$$\text{نص} = ٧١ \text{ و } ٠ \text{ قط } ٢١٧$$

والجربة دلت على أن ٧١ و ٠ الذي هو معامل الاندماج الرموز له بالحرف م كبير وهناك تجارب أخرى دلت على أن النسبة بين القطر إ ب و أ ب ه البعد ج ب كالنسبة بين الأعداد ١٠ : ٨ : ٥ فتكون حينئذ النسبة بين القطعين

كالنسبة بين العددين (١٠) : ٨ أو كالنسبة بين العددين ١ : ٠٦٤ وهذا التصرف قليل عن المعامل المتوسط الذي استنتج لمخصوص التصرف المحسوب

(طريقة إيجاد معامل الاندماج بوجه سهل)

لأجل إيجاد معامل الاندماج من غير صعوبة بحسب مقدار التصرف بالتجربة من منفذ معلوم السطح وبواسطة ذلك بحسب مقدار المعامل المذكور بالضرورة ضرب السرعة النظرية فيه ليحصل على مقدار السرعة الحقيقية

(مثال ذلك)

فوفرض حوض به منفذ ضلعه ١٥٤ و ٢٠ و ارتفاع الماء في هذا الحوض (م = ٢٣٨١) لا يتغير بواسطة ماء وارد إليه ووجد بالتجربة المضبوطة أن مقدار الماء المنصرف من المنفذ المذكور = ٦٦٥٨ و ٧٤ ميليمتر مكعب في ثلثه

في الثانية الواحدة يكون $\frac{٧٤٦٦٥٨}{٦٠} = ١٢٤٤٤٢$ ميليمتر مكعب لكان هذا

المقدار ١٢٤٤٤٢ هو المعروف بالتصرف العملي

وحيث أن مقدار التصرف النظري = قط $\sqrt{٢١٧} = (١٥٤ \text{ و } ٠ \text{ م})$

العملي والتصرف النظري التي هي $\frac{١٢٤٤٤٢}{٢٣٨١} = ٥٢ \text{ و } ٠١٣٦$ ميليمتر فالنسبة بين التصرف

العملي والتصرف النظري التي هي $\frac{١٢٤٤٤٢}{٢٣٨١} = ٥٢ \text{ و } ٠١٣٦$ تكون هي مقدار

معامل

معامل الاندماج \bar{m}
 وذلك التجارب على أن معامل الاندماج كبير في المنافذ الصغيرة والارتفاعات الصغيرة
 والارتفاعات المذكورة هنا (تطلق على ارتفاع الماء في الخوض) ولكنه لا يزيد
 عن ٧١. ولا يكون أقل من ٦٠.
 ومقداره في العمليات حائرين ٦٠. ٦٤. ولنا استعمال الحد المتوسط وهو

٦٣.

وعلى هذا مقدار التصرف في المنافذ المصنوعة في الجوانب الرقيقة يكون

$$\text{نص} = ٦٢.٠ \text{ قط } ٢١.٧ \text{ ح } \bar{m} \text{ أو}$$

$$\text{نص} = ٧٥.٢ \text{ قط } ١٧.٧ \text{ ح } \bar{m}$$

ومضى كانت المنافذ مصنوعة في الجوانب الرأسية بقضبي جعل مقدار \bar{m} وهو ارتفاع
 الماء في الخوض من ابتداء مركز المنفذ الى استواء الماء في هذا الخوض حتى ان السرعة

$\sqrt{٢.٧}$ لا تختلف عن السرعة المتوسطة لجميع عروق الماء

وقد علموا انصار بعبدة على منافذ مستطيلة قاعها ٢.٠ م وارتفاعها يختلف من
 ٠.١ م الى ٠.٢ م وحسبوا لسل منها معامل الاندماج وكونوا من ذلك جدولاً
 لكن قد يمكن استخراج مقدار التصرف بواسطة القانون الآتي وهو

$$\text{نص} = \bar{L} \bar{m} \left(٢.٦٣ - \bar{m} - ١٣٦.٠ \times \bar{m} + ١٧٤.٠ \right)$$

$$\sqrt{٢.٧ - ٢.٠ \bar{m} + ١٠٠.٠ \bar{m}^2}$$

وهنا \bar{L} = عرض المنفذ \bar{m} = ارتفاعه \bar{v} = ارتفاع الماء من مركز المنفذ
 الى استوائه في الاناء هذ في المنافذ المستطيلة فان كانت المنافذ مستديرة يكفي أن

يوضع عوضاً عن \bar{L} سطح المنفذ المستدير وعوضاً عن \bar{m} قطره وهذا القانون
 لا يتحقق الا في المنافذ التي ارتفاعها لا يزيد عن ٠.٥ م والقانون الآتي يوافق جميع
 المنافذ وهو

$$\text{نص} = \bar{b} + \bar{m} + \bar{h} \sqrt{\bar{b} + \bar{m} + \bar{h}}$$

(٩٢)

وهنا $\bar{r} =$ ارتفاع الماسمن استوائه في المحوض الى المحرف الاعلى للنفذ ومقدار
ب يستخرج من هذا القانون

$$b = \bar{r} \left(1 - \frac{0.0017 + \bar{r}^2 (1.062 - \bar{r})}{0.00044 + \bar{r} + 0.0002} \right) \quad (1)$$

$$c = \bar{r} \times \frac{0.00022 - 0.00186 + \bar{r}^2 (0.120 - \bar{r})}{0.000489 + \bar{r}} \quad (2)$$

$$d = \bar{r} \left(2.48 + \frac{0.0004}{0.00113 + \bar{r}} \right) \quad (3)$$

$$e = \bar{r} \left(0.339 + \frac{0.00043}{0.0028 + \bar{r}} \right) \quad (4)$$

وليتنبه على أن هذا القانون لا يتحقق الا في الحالات التي فيها ارتفاع الماء فوق المنفذ
لا يزيد عن ٢.٥ وذلك في حالة ما اذا كان ارتفاع المنفذ ٠.١ وأربعة أمتار
جميع المنافذ الاخرى

فاذا فرض أن الماء يسيل بواسطة موصل اسطواني يكون معامل الاندماج ٠.٨٢ وكما
دلت على ذلك التجربة لأن في هذه الحالة يزيد التصرف والسرعة عن المنافذ المصنوعة
في الجوانب الاربعة ويكون قانون التصرف هكذا

$$q = 0.82 \sqrt{h} \quad (1)$$

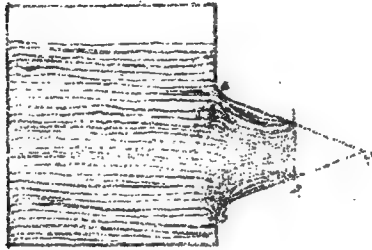
فادفرض أن منفذ خروج الماء من الموصل هو عين المنفذ المصنوع في جانب المحوض
لكان التصرف في هذه الحالة منسوباً بالنقص حصل في السرعة المنسوبة للارتفاع \bar{r}
فاذا فرض أن السرعة المنسوبة للارتفاع \bar{r} هي \bar{r} وأن سرعة خروج الماء من
الموصل هي q يكون

$$q = 0.82 \sqrt{h}$$

وفي الموصلات المخروطية التي تكون قاعدتها الصغرى هي منفذ خروج الماء
والكبيرة منطبقة على جانب المحوض يصحكون مقدار التصرف أكبر من الموصلات
الاسطوانية

* (٩٣) *

الاسطوانية اذا كان للموصلان المذكورتين بعدا متناسبا لان مقدار التصرف المذكور يختلف باختلاف الزاوية الواقعة بين خطين راسمين مأخوذين على سطح المخروط كالخطين $أ هـ$ و $ب ح$ ويمتدّن الى أن يتقابلا في زاوية كالا زاوية $أ ب ج$ المرسومة في هذا الشكل



ففي حالة كون الزاوية المذكورة صفرا بمعنى كون الموصل اسطوانيا يكون $م = ٨٢$ و ٠ ثم تزايد شيئا فشيئا الى أن تكون الزاوية المذكورة ١٤ أو ١٣ فيكون

$م = ٩٥$

ثم تتناقص شيئا فشيئا الى أن تكون الزاوية المذكورة ٠ فيكون $م = ٩٤$

أو ٩٣

وبعد هذه الزاوية تتناقص العامل الى أن يصير مساويا للعامل المستعمل في المناقذ

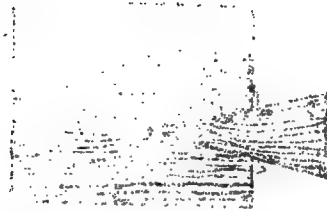
المشروعة في الجوانب الرقيقة ويكون $م = ٩٥$

وأما مقدار معامل السرعة فهو دائما آخذ في الزيادة من ابتداء ٨٢ . المقابل لزاوية

صفرا الى $م = ٩٩$. المقابل لزاوية ٤٩

والموصلات المخروطية التي قاعدتها الكبرى بعيدة عن المحوس والصغرى ملتصقة

بجانبه البين في هذا الشكل



تجها هذه الخاصية الشهيرة وهي أن التصريف منها أكبر من التصريف النظري
المستخرج من القوانين المتقدمة

وأحد المشاهير في هذا الفن وجد بعد تقارب عديدة في حالة كون طول الموصل
يساوي سبع مرات قطر قاعدته الصغرى ويكون زاوية التجميع $\alpha = 70^\circ$ أن
مقدار التصريف الحقيقي قدره مقدار التصريف النظري مرة ونصفا

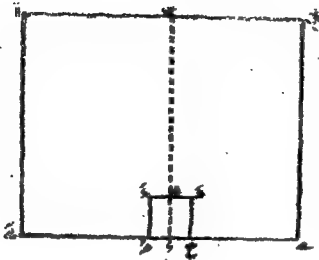
والقانون السابق لمقدار التصريف يظهر منه أن السرعة المتوسطة لجميع عروق الماء
المباردة من المنفذ مينة بـ 2.7 وليس كذلك لأن السرعة للعروق المتوسطة
والسرعة المحاذية من الارتفاع h ليست السرعة المتوسطة بسبب أن السرعة تناسب
لارتفاع الارتفاعات والفرق بين السرعة المتوسطة وسرعة العروق المتوسطة قليل متى
كان ارتفاع المنفذ قليلا بالنسبة إلى الارتفاع المتوسط للماء فوق المنفذ ولا يصح صرف
النظر عن هذا الفرق في الأحوال الأخرى

وأما النتائج النظرية التي تصير للسرعة المتوسطة في حالة كون الماء يسيل من منفذ
معتدل في جانب الخوض

لذلك نفرض أن $\alpha = 90^\circ$ أي أن الماء يملأ دائما بالماء إلى استواء α

ونفرض أن الماء يسيل من المنفذ المصنوع في الجانب الرقيق $\beta = 90^\circ$ كاليمين
في هذا الشكل

•(٦٠)•



وبما أن شكل المنفذ لا يتصل منه تأثير على التصرف فنفرضه لاجل السهولة

مستطيلا ولجل الاختصار نفرض أن شبه $z = r$ و شبه $h = \bar{r}$

و $z = \bar{z} = l$ وحيث أن يكون $z = r$ و $z = \bar{r}$

وبناء على ذلك نصير المعادلة العمومية للتصرف التقري هيكلنا

$$(2) \quad نص = \frac{z}{4} \sqrt{r} \left(\sqrt{r} - \sqrt{r - \bar{r}} \right)$$

ومن ثم يمكن استخراج مقدار السرعة المتوسطة بملاحظة أن

$$مساحة قطع المنفذ = l(r - \bar{r})$$

ونفرض أن z هي السرعة المتوسطة يكون

$$z = \frac{\frac{z}{4} \sqrt{r} \left(\sqrt{r} - \sqrt{r - \bar{r}} \right)}{\frac{l}{2} (r - \bar{r})}$$

ولجل استخراج مقدار الارتفاع المتوسط يكفي وضع مقدار السرعة المتوسطة

$$z = \frac{r}{2}$$

في معادلة

$$\left(\frac{r}{2} - \bar{r} \right) \sqrt{r} \left(\sqrt{r} - \sqrt{r - \bar{r}} \right) = \frac{r}{2}$$

فالنتيجة يكون

* (٩٦) *

وتمثل بعض أمثلة توضيح ما ذكرنا فنقول

* (المثال الأول) *

ما هو مقدار التصرف النظري من منفذ شكله مستطيل ارتفاعه ٢.٠٥ وعرضه ٢.١ وارتفاع الماء من المحرف الأعلى للمنفذ إلى استواء الماء ٢.٢ جواب ذلك أن يقال بوضع في قانون (٢) المتقدم للتصرف المقادير الآتية وهي

$$r = 2.2$$

و

$$r = 2.1 + 2.05 = 4.15$$

و

$$d = 1 \text{ فيؤول إلى}$$

نص $= \frac{4}{27} \times 2.1 > \sqrt{2.05 - 2.2} \times 2.1$ وبإجراء عمليات الجذر والضرب والطرح والقسمة يحدث نص $= 3.2934$ متر مكعب وإذا استخرجنا مقدار التصرف من

قانون (١) السابق بملاحظة أن الارتفاع المتوسط هو $\frac{1}{2}(r + r) = 2.15$ ووضعنا فيه المقادير المرفوعة بدل الرموز يؤول إلى

$$\text{نص} = \frac{2.1 \times 2.1 \times 2.1}{2.15} \text{ أو}$$

$$\text{نص} = 3.2218 \text{ متر مكعب}$$

ولنذهب على أن ارتفاع المنفذ هنا تقريبا $\frac{1}{2}$ الارتفاع المتوسط للماء

* (المثال الثاني) *

أن يصح كون المطاوب التصرف النظري في حالة كون ارتفاع المنفذ ٢.٠٥

وعرضه ٢.٠

وارتفاع الماء فوق قاع المنفذ ٢.١٠٥

جواب ذلك أن نضع في قانون (٢) المتقدم للتصرف المقادير الآتية وهي

$$r = 2.105$$

و

$$r = 2.1 - 2.05 = 0.05$$

و

$$d = 1 \text{ فيؤول إلى}$$

نص $= \frac{4}{27} \times 2.1 > \sqrt{2.05 - 2.105} \times 2.1$ وبالأختصار يحدث

نص

* (٩٧) *

نص = ٢٢١٤٤٤ ر

واذا استخرجنا مقدار التصريف من معادلة (١) بملاحظة أن الارتفاع المتوسط
 $\frac{1}{2} (r + \bar{r}) = 1$ ووضعنا في القانون المذكور المقادير المرقومة بدل الرموز
 فيؤول الى

نص = (٠.٥) (٠.١) ٢٧ = وبالاختصار يحدث

نص = ٢٢١٤٥٩ ر

وفي هذا المثال يكون ارتفاع النفذ $\frac{1}{2}$ الارتفاع المتوسط للماء فوق سطح النفذ
 ومقدار التصريف المستخرج من قانون (٢) حيث أنه هو التصريف التقريبي يلزم ضربه
 في معامل يستخرج من التجربة لاجل الحصول على التصريف الحقيقي اى المستعمل
 في الاعمال والمعامل المذكور قد وجدوه دائريين ٧١٢ ر و ٦٠٠ ر
 في المنافذ التي ارتفاعاتها دائرية بين ٠.١ ر و ٢.٠ ر و ارتفاع الماء فوقها
 يختلف من ٠.١ ر الى ٢ ر فاذا ضرب مقدار التصريف التقريبي في المعامل
 وجد أن حاصل الضرب هو عين حاصل ضرب التصريف المستخرج من معادلة (١)
 في المعامل السابق ذكره

فيثبت يكون استعمال قانون (١) كافيا بسبب أنه أبسط في الحسابات

* (في التصريف من المصببات) *



التصريف من المصببات ليس الاحالة من
 حالات المناقل الرأسية ولتنبه على أن
 المصب هو عبارة عن فتحة مستطيلة
 مصنوعة في المحرف الاعلى للبحوض في
 جهة من جهاته كما في هذا الشكل
 وحيث أن ارتفاع الماء فوق المحرف

الاعلى للمصب = . يجعل حينئذ $r = 0$ في قانون (٢) فيؤول الى

$$\text{نص} = \frac{1}{2} \times 27 \times 7$$

فيكون مقدار التصريف العملي حينئذ (٣) نص = $\frac{1}{2} \times 27 \times 7$

فكره

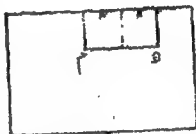
(٩٨)

وهنا \bar{m} هو معامل الاندماج ولنبه أيضاً على أن الارتفاع r الذي هو فوق القاعدة السفلى للمصب أكبر من ارتفاع الماء فوق هذا القاع مثلاً فرض أن a هو الارتفاع العمومي للماء فوق القاع المنسقط في نقطة b لكان ارتفاع b فوق هذا القاع أصغر من a بسبب تحرك جواهر الماء التي تتبدى أن تسقط في نقطة h قبل أن تصل إلى المنفذ فعلى هذا يكون مقدار r في قانون (٣) هو $a - b$ وليس a .

وفي الحسابات الارتفاع m هو البعد بين قاعدة المصب واستواء الماء إذا كان

(ملحوظة)

حيث أن قياس الارتفاع m من المهم
وجب أن نبين الطرق الموصلة لذلك
فنعول



حيث شوهد بالتجربة أن الماء يبقى ثابتاً
في زاويتي m وهـ فنأخذ نقطتين على

بغدين متساويين من المصب أحدهما جهة m والآخر جهة h ونشد خطاً
بين النقطتين المذكورتين فالعمود الخارج من وسط المصب ومقابل للخط يكون هو
الارتفاع m المطلوب فإذا لم يمكن قياس الارتفاع m بالطريقة المتقدمة
بسبب وجود مانع فيستخرج مقدار r من القانون الآتي

$$r = h + 0.019 + \sqrt{0.00000081 + 0.00000001}$$

وهنا h سمك الماء فوق وسط المصب وأما مقدار k فيتعين من هذه المعادلة

$$k = 0.000000196 + \left(19 + \left(\frac{0.00000001}{1000} \right) \right)$$

وهنا L و L' عرض الخليج وعرض المصب ومتى كان $L = L'$ يكون
 $r = 20$ أو $h \times 20$

ومتى كان $L = 0.86$ L' يكون 178 أو $h \times 178$

وحيث أن الكمية $\frac{1}{2} \bar{m} \sqrt{2}$ ثابتة في جميع المصببات فنرمز لها بالرمز c وحيث أن
مقدار

(٩٩)

مقدار التصرف من المصب الذي عرض قاعه ل يستخرج من هذا القانون

$$\text{نص} = \text{ع} \times \text{ل} \times \text{ر} \times \text{م}$$

وتجارب المشاهير في هذا الفن دللت على أن $\text{م} =$ بالتوسط ٨٠ ر وبناء عليه

$$\text{نص} = ٨٠ \times \text{ع} \times \text{ل} \times \text{ر} \quad (٤) \quad \text{يكون قانون التصرف}$$

ولنطبق ما ذكره على مثالين فنقول

(المثال الأول)

إذا كان المعلوم حوضاً زارده الماء دائماً بشرط أن استواءه لا يتقص ومقدار ذلك الماء
الوارده ٢٢٢ ر متر مكعب في الثانية الواحدة فما الارتفاع اللازم لانخفاض
قاع مصب بهذا الحوض بحيث يصرف الماء الوارده بشرط أن يكون مقدار عرض
قاع المصب ٢٠ ر

جواب ذلك أن يقال حيث أن المقدار المجهول في هذا المثال هو ر فيستخرج
مقداره من القانون السابق فيحدث

$$\text{أو} \quad \left(\frac{١٢٥}{١٧٦ \times ١٨} \right)^3 = \left(\frac{\text{نص}}{١٧٦ \times ١٨} \right)^3 = \text{ر}$$

$$\text{ر} = ٢٠ \text{ ر} ٦٤٧$$

فيثبت ليتم وضع قاع المصب تحت استواء الماء الزاكر بمقدار $٢٠ \text{ ر} ٦٤٧$

(المثال الثاني)

ما مقدار العرض اللازم اعطاؤه لمصب منخفض تحت استواء ما محوض بقدر ٢٠ ر
كي يحصل من المصب المذكور تصرف من الماء قدره ٢ متر مكعب في الثانية الواحدة
جواب ذلك أن يقال أن في هذا المثال $\text{ر} = ٢٠ \text{ ر}$ و $\text{نص} = ٢٢٢$ والمقصود
معرفة المجهول ل فن معادلة (٤) يستخرج هذا المجهول فيحدث

$$\text{ل} = \frac{\text{نص}}{٢٢٢} = \frac{٢٢٢}{٠ \text{ ر} ٦٠٧ \times ٠ \text{ ر} ٠٦ \times ٨٠} \quad \text{وبالاختصار}$$

$$\text{يحدث ل} = ٢٢ \text{ ر} ٤٩١$$

(١٠٠)

وحيث أن المصب المذكور عرض قدره ٢٢٢ ر ٢٩١ وفي كثير من الحالات يكون الماء الوارد للجريان بواسطة مجرة متسلطة بالجانب المصنوع به المنفذ أو المصب وفي هذه الحالة لا يكون سيلان الماء من المنفذ بسبب الارتفاع r فقط بل يكون أيضا بسبب سرعة الماء في المجرأة المذكورة بمعنى أن مقدار r يكون مساويا لارتفاع الماء فوق المنفذ زائدا الارتفاع المقابل لسرعة الماء في المجرأة وبناء على ذلك يقتضي عند تصادف حالة مشابهة لمأذ كرا اعتبار مقدار r في قانون (٢) كما ذكرنا

وإذا في حالة المصبات ففيها بعض ملاحظات يجب علينا أن نوضحها فنقول يمكن وضع قانون التصرف من المصبات بهذه الصورة

$$(٥) \quad \text{نص} = \bar{m} \cdot l \cdot r \cdot \left(\frac{r}{4} \right) > 27$$

فيقطع النظر عن مقدار m نجد أن الطرف الثاني يتكون من كيتين أحدهما l التي هي تساوي مساحة سطح المصب والثانية $\left(\frac{r}{4} \right) > 27$ التي هي السرعة المتوسطة لجريان الماء وحيث أن التصرف يساوي سطح قطع المنفذ مضروبا في السرعة المتوسطة تكون كية $\frac{r}{4}$ هي الارتفاع المكون للسرعة المتوسطة وهي النكية التي يلزم إضافتها إلى ارتفاع السرعة المتوسطة من المصب وبالرمز بحرف r لهذه السرعة تكون كية $\frac{r}{4} = 0.01 \cdot r$ و هي الارتفاع المقابل لمرعة r وحيث أن يكون مقدار التصرف من المصبات

$$\text{نص} = \bar{m} \cdot l \cdot r \cdot \left(\frac{r}{4} \right) > 27 + 0.01 \cdot r \quad \text{أو}$$

$$\text{نص} = \frac{\bar{m} \cdot l \cdot r \cdot \left(\frac{r}{4} \right) > 27 + 0.01 \cdot r}{1.11}$$

فإذا فرضنا أن m هي السرعة السطحية للماء الجري وجعلنا $0.94 \cdot m$ سيكون قانون التصرف

$$\text{نص} = 1.87 \cdot l \cdot r \cdot \left(\frac{r}{4} \right) > 27 + 0.01 \cdot r \cdot m$$

والجربة دلت على أن $\frac{r}{4} \cdot m > 27 = 1.78$

وهذا القانون الأخير يشمل في جميع الحالات التي فيها سطح قطع المجرأة لا يزيد من ١١

أو

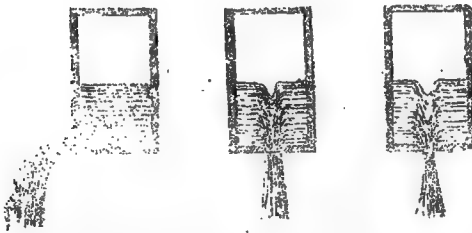
* (١٠١) *

أو ١٢ ل ر وفي حالات أخرى حيث أن السرعة منه لا تؤثر شيئاً فلا داعي إلى استعمالها في الحسابات
وبالتأمل في قانون (٥) يشاهد أن سرعة الماء في المجرأة هي ثلث سرعة الماء في قاع المصب

* (الحالة الثانية) *

(في سيلان الماء المتغير الاستواء من الأواني)

نظريه توازي طبقات الماء التي هي أساس سيلان الماء غير كافية في هذه الحالة لأنه لو فرض في مبدأ الأمر أن سطح الماء الأعلى ينخفض موازياً لنفسه لاتيجهت طبقات الماء جهة المنفذ من قربه من المنفذ المذكور وقيل لأن يجتمع فيه وحينئذ يستند شرم التوازي المذكور وحتى وصل الماء قريباً من قاع الأناة تحدث تقرة مخروطة الشكل يوجد في وسطها الهواء فينقص مقداره بالتصرف ويكون السيلان نقطة بعد نقطة وذلك حين يكون ارتفاع الماء بعض ميلجرات كما في هذه الأشكال الثلاثة



المبين فيها اجتماع طبقات الماء واتجاهها جهة المنفذ وحيث أنه يلزم اعتبار الحالات التي فيها تصرف ماء المحوض تستخرج من التجربة معاملات بواسطتها تستعمل القوانين النظرية اللازمة لذلك ولنشرع في ذلك فنقول
حيث أن سرعة خروج الماء في لحظة ما متغيرة عن ارتفاع الماء في المحوض فوق المنفذ فإذا رمزنا بخروف h الخ إلى ارتفاعات مختلفة فوق مركز المنفذ تكون

سرعات خروج الماسمن المنفذ المقابلة للارتفاعات المذكورة هي $\overline{٢٧}$ و $\overline{٢٧}$ الخ أفى أنها تكون مناسبة للجذور التربيعية للارتفاعات المذكورة . وحيثئذ يكون سيلان الماء تابعاً لقوانين التحرك المنتظم القهقرى ويسهل بعد ذلك مقارنة كمية الماء التى تسيل فى ظرف مده معلومة مع كمية الماء التى تسيل لو كان التحرك منتظماً

لأنه معلوم أن الجسم المتحرك بحركة منتظمة التقدم يكتب فى مده تمام الزمن سرعة كافية لأن تجعله يقطع مسافة فى نفس الزمن بعينه ضعف المسافة التى قطعها بتحريك قهقرى وبالعكس متى كان الجسم متحركاً بحركة منتظمة القهقرى يقطع فى مده تمام الزمن مسافة قدرها نصف المسافة التى قطعها بتحريك منتظم التقدم فى نفس المدة وعلى هذا الواعبرنا أن الماء السيلال كنشور قاعدته المنفذ وارتفاعه المسافة المقطوعة بأول جواهر الماء فى حالة كونها متحركة منتظمة القهقرى لكان حجم هذا الماء السائل نصف حجمه الذى كان يقطعه لو حفظ سرعته الأولى الابتدائية لأن المسافة التى كان يقطعها (أفى ارتفاع المنشور) تكون الضعف ومما سبق يعلم أن جسم الماء الخارج من منفذ مصنوع فى قاع أناء ينصرف نصف حجمه الذى كان يسيل فى نفس المدة لو كان السيلان تسلياً عن الارتفاع الأصلى للماء فى الاناء قبل السيلان

ولنفرض أن r ارتفاع الماء فى الخوض قبل أن يبتدى السيلان وأن h القطع الأفقى للأناء المنشورى وأن h المدة التى فيها يسيل الماء بتمامه المدين بحجمه بكمية u فباعتبار النظرية السابقة يكون حجم الماء السائل فى المدة h بسبب الارتفاع الثابت r هو $u r$

وحيث أن التصرف مدين بهذه الكمية m قط h $\overline{٢٧}$ فيكون

$$u r = m \text{ قط } h \overline{٢٧}$$

وهذا هو قانون سيلان الماء من منفذ مصنوع فى قاع أناء منشورى الشكل وباستخراج مقدار h منه التى هى مده السيلان بتمامه يحدث

$$\frac{u r}{\overline{٢٧}} = m \text{ قط } \overline{٢٧}$$

(١٠٣)

ولنبحث الآن عن مقدار المدة التي تقضى حين ينخفض ماء المحوض بمقدار معلوم ولاجل ذلك نفرض ان الارتفاع الاصلى R انخفض وصار R' في مدة قدرها t' ثم نفرض ان المحوض بتمامه يتفرغ في مدة قدرها t من ابتداء الارتفاع R فيكون بمقتضى المعادلة السابقة

$$\frac{v^2}{2gR} = t^2$$

ويكون حينئذ مقدار المدة $t - t' = \Delta$ أو

$$\frac{v^2}{2gR} - \frac{v^2}{2gR'} = \Delta^2$$

$$(1) \quad \frac{v^2}{2g} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R'} \right) = \Delta^2$$

ولنطبق على القانون مثالا فنقول

لنفرض ان المحوض منشورى الشكل وقطاعه مربع وضلعه 97.5 م وفي قاعه منفذ مستدير قطره 0.41 م

وان المحوض المذكور بعد ملئه بالماء الى ارتفاع قبله 2.79 م انخفض الى ارتفاع قدره 2.49 م بلمضى مدة قدرها

2 د 5 وان معامل الاندماج $m = 0.6$ وارادنا ان نستخرج هذه المدة t بواسطة القانون (١) المتقدم

$$\text{يجعل } v = 97.5 \times 0.6 = 58.5 \text{ م} \quad \text{و } \frac{1}{R} = \frac{1}{97.5} \times 2 = \frac{2}{97.5}$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{92.5} \times 2 = \frac{2}{92.5}$$

$$2.79 = R \quad \text{و } 2.49 = R' \quad \text{و } 2.79 - 2.49 = 0.3$$

نضع هذه المقادير بدل الموزالمذكورة في قانون (١) نجد

(١٠٠)

ولتسكالم الآن على الحالة التي يكون فيها الماء إلا في العوض وإرداءه من مجرى
بشرط أن يكون مقدار ما يرد منها أقل مما يصرفه المنفذ فنقول
إذا فرضنا أن ك مقدار الماء الوارد للعوض في وحدة الزمن وأن س مقدار انخفاض
ارتفاع ما المحوض في الزمن هـ

فالقانون الهوى الذي يستخرج منه الزمن هـ هو

$$هـ = \frac{٢٢}{(م \text{ قط } ٢٢ - (٢٧ - ٢٧) + ب)} \quad (٨)$$

ومقدار ب في هذا القانون بحسب هذه المعادلة

$$ب = ٢٠٣ \times ٢ \times ك \text{ لو } \left(\frac{م \text{ قط } ٢٢ - ٢٧ - ك}{م \text{ قط } ٢٢ - ٢٧ - ك} \right)$$

والزمن لو يدل على القوارب يتم المعتاد

ولنطبق ذلك على مثال فنقول

إذا فرض أن بركة ماء شكلها كيف اتفق وتحوّلت صورتها إلى صورة منشورية
مساحتها السطحية ٢٢١٣٦٠٠ وعرضها ٢٢٠ وارتفاع الماء من مجرى نصرف
٩٥ م م من الماء في الثانية الواحدة ومنغذنا القاع متى كان مقتوحاً بتمامه يكون
عرضه ٢١١ وارتفاعه ٢٠٦ وأريد معرفة الزمن الذي يتفرغ فيه ماء البركة
المنكورة إلى ارتفاع ٢٠١ فوق المحرف الأعلى للنفذ
(وليتنبه على أن القوانين الماضية لا تعطي مقدار زمن الانخفاض إلا إذا كان الماء
على بعد صغير من المحرف الأعلى للنفذ)

يقال إن في هذا المثال يكون مقدار أحد الارتفاعين فوق مركز المنفذ حين فتحه هو
ز = ٢٣٥ - ٢٠١ × ١/٢ = ٢٠٦ × ٢٠٠ = ٢٢٠٠ ويكون مقدار الارتفاع الآخر

$$ر = ٢٠١ + ٢٠٦ × ١/٢ = ٢٠٦ × ٢٠٠ = ٢٠٤٠ ويكون$$

$$\text{قط} = ٢٠١ \times ٢٠٦ = ٢٠٦٦٦$$

$$\text{ق} = ٢٦٠٠ م$$

$$\text{ك} = ٢٠٩٥$$

$$\text{م} = ٢٠٧٠$$

وحينئذ يكون

١٤

٤ (٢٠٦)

ج \bar{x} قط $\gamma > 2 \Rightarrow 462$ وز γ ووضع المقادير بحيث

$$\gamma = \frac{قط \gamma - 2}{\frac{قط \gamma - 2}{\gamma} - 2} = \frac{27100}{0.3442} = 78722$$

وبوضع المقادير المرقومة بدل الزموز في معادلة (٨) نصير حكلنا

$$\frac{2 \times 3900}{(270.462)} = \frac{27100}{(270.462)} - 2$$

وبالاختصار يحصل:

$$27100 = 78722 - 2 \times 3900$$

وهو الزمن المطلوب

وفي كثير من الاعمال يتصادف أن المسال التي يوجد فيها الماء أشكالكها غير منتظمة كالبركة مثلا فلاجل تطبيق القوانين الماضية يلزم أخذ صورة البركة أعنى رسمها ثم نفرض أن طبقات الماء متوازية ومنقسمة إلى أقسام متساوية ارتفاع كل طبقة منها نصف متر تقريبا ثم يؤخذ العرض المتوسط للطبقات المذكورة من القطاع أعنى من الرسم ويضرب في السمك المعتبر وبهذه الكيفية يحصل على جملة مناشير موضوع بعضها فوق بعض يلزم لكل منها تعيين الزمن اللازم لتفريغها كما سبق ومجموع هذه الأزمان يكون تقريبا هو الزمن اللازم لتفريغ البركة الأصلية المفروضة فإذا كان التصريف جاريا من مصب حوض وهذا الحوض لا يأتيه ماء يستخرج مقدار الزمن اللازم لتفريغها من هذا القانون (اتسكالا على ما سبق)

$$\frac{v^3}{\gamma^2} = \left(\frac{1}{\gamma} - \frac{1}{\gamma} \right) \quad (9)$$

وهناكية v تدل على قطاع الحوض و γ ارتفاع الماء إلى الاستواء في هذا الزمن γ و γ ارتفاع الماء في آخر الزمن الماضي ول عرض المصب و $m = 61$ وتطبيقات هذا القانون لاصوبة فيها ولنشتغل الآن بالحالة التي يكون فيها m حوض يسيل في حوض آخر بواسطة منفذ

مفتوح

(١٠٧)

مفتوح تحت الماء الموجود في المحوض الثاني ففي هذه الحالة بعد قوانين توارن
 السائلات يحصل من ماء المحوض الثاني مقاومة السيلان تساوي القوة التي تجعله يسيل
 من نفسه لو كان المحوض الأول خاليا من الماء ومن هنا يظهر أن ماء المحوض الأول
 لا ينصب في المحوض الثاني إلا بفرق القوتين
 وحيث أن القوة المتعاقبة بالسيلان مساوية لارتفاع الماء في المحوض فوق مركز المنفذ
 فإذا فرض أن r ارتفاع ماء المحوض الأول في لحظة معلومة وأن

\bar{r} ارتفاع ماء المحوض الثاني في نفس تلك اللحظة المعلومة فسرعة
 السيلان تكون مفسوبة إلى التفاضل بين الارتفاعين في اللحظة المذكورة أعني أن السرعة

$$v = 2\gamma(r - \bar{r})$$

ومن هنا يظهر أنه متى مررنا من - موضع إلى موضع آخر بواسطة منفذ تحت ماء المحوض
 الثاني فالارتفاع الموجب لسرعة تروج الماء من المنفذ في لحظة من الزمن هو التفاضل
 بين ارتفاع الماء في المحوض الأول وارتفاع الماء في المحوض الثاني
 وهذه الطريقة على ثلاث حالات مختلفة الحالة الأولى أن يكون استواء الماء تقريبا
 واحدا في الصرف والحالة الثانية أن يكون استواء الماء في المحوض الأول ثابتا
 وفي المحوض الثاني متغيرا والحالة الثالثة أن يكون استواء الماء متغيرا في كل من
 المحوضين ولنوضح قوانين كل من الثلاث حالات فنقول
 (الحالة الأولى)

إن كان استواء الماء في المحوضين ثابتا تكون السرعة كذلك وتكون مساوية إلى

$$v = 2\gamma(r - \bar{r})$$

فإذا فرض أن q قطاع المنفذ وم معامل الاندماج فيكون مقدار التصرف
 في وحدات الزمن

$$Q = v \cdot q = 2\gamma q(r - \bar{r})$$

والجيزة دلت على أنه يمكن اعتبار $m = 2\gamma q$ ويجعل $r - \bar{r} = r$ بحيث

$$Q = m \cdot r$$

(١٠)

* (١٠٨) *

* (الحالة الثانية) *

إذا كان استواء الماء في المحوض الأول ثابتا وفي المحوض الثاني متغيرا فالماء المرتفع في المحوض الثاني بالتوالي يجعل الارتفاع يتزايد وبناء على ذلك تنقص سرعة خروج الماء من المحوض الأول فهذه الحالة يمكن أن تؤل إلى الحالة التي فيها ماء المحوض ينصب في الهواء لأن السرعة تكون منتظمة التحرك القهقري لكن المشاهد أن النتيجة بالعكس أعني أن استواء ماء المحوض الثاني يكون مدفوعا من أسفل إلى أعلى بقوة متناقصة على التوالي ومساوية في كل لحظة إلى فرق ارتفاع الماء في المحوضين

فإذا رمزنا بالحرف r إلى فرق التوازن في حال الأصل وبالحرف r إلى هذا الفرق بعد مضي الزمن t فيكون

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{2 \times 9.81} = \frac{v^2}{19.62}$$

وهذا الرمز h هو القاطع الأفقي للمحوض الجاري مائلا و h هي مساحة قطع المنفذ
وحيث أن سيلان الماء يتقطع حينما يندفع فرق الارتفاعين فلو فرض أن h رمز زمن ملء المحوض الثاني يحدث

$$(11) \quad h = \frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{19.62}$$

وفي كثير من الأعمال خصوصاً في تحريك المياه في الخيلان تستعمل هذه القوانين الماضية بما يلزم أن يكون اعتبار معامل الاندماج $m = 0.625$ متى كان التصرف بواسطة منفذ واحد فقط و $m = 0.548$ في حالة وجود منفذين وفي حالة وجود المنافذ الموجودة في أبواب المساويزات

ثم إن مسألة استواء المساويزات تنقسم إلى قسمين أولهما أن الماء الموجود في الخيلان الأعلى يتدفق في السيلان من دون أن تعارضه مقاومة وذلك عندما تفتح فتحات الأبواب وحينئذ يتلى بجزء من المساويز المنصب فيه حتى يرتفع إلى ارتفاع منافذ الأبواب

ومن

(١٠٩)

وقرر ابتداء هذا الوقت بتبدئي القساومات فيلزم حينئذ حساب امتلاء المحوض
الى ارتفاع مركز المنفذ بواسطة المعادلة التي شرحتها في حالة انصباب الماء في الهواء
وثانها ان من ابتداء هذه اللحظة الى أن يصل الماء الى ارتفاع ماء الخليج بحسب
بواسطة قانون (١١)

(الحالة الثالثة)

اذا كان ارتفاع الماء في المحوضين متغيرا كما لو كان المحوضان متصلين ببعضهما
ولا يصل للمحوض الاول ماء مستقبدا والمحوض الثاني يحفظ الماء الواصل اليه من الاول
فارتفاع ماء المحوض الثاني يتزايد على التوالي وارتفاع ماء المحوض الاول يتناقص تبعا
لذلك ويستمر السيلان الى أن يسير ارتفاع الماء (أي استواؤه في المحوضين) واحدا
مثلا افرض ان v و v' القطاعان الأفقيان للمحوضين وان قطر راسطع
المنفذ أو لقطاع العرضي للوصل وأن s ارتفاع ماء المحوض الاول بعد المدة t
من السيلان وان ارتفاع الماء في المحوض الثاني بعد المدة المذكورة منه فبعد اللحظة
الصغيرة Δt التي تعقب الزمن t يرتفع الماء في المحوض الثاني بالكمية Δs فاص
وينقص في المحوض الاول بالكمية Δs وحينئذ يكون مقدار الماء الضائع من
المحوض الاول $v \Delta s$ فاص ويكون مقدار الماء الزائد في المحوض الثاني $v' \Delta s$ فاص
وحيث ان هاتين الكميتين متساويتان يحدث

$$(1) \quad v \Delta s = v' \Delta s$$

لان كمية s تنقص متى زاد كل من الكميتين v و v' ومن حيث ان في المدة
الصغيرة Δt يمكن اعتبار الاستواء كأنه ثابت فيكون

$$v \Delta s = v' \Delta s \Rightarrow (v - v') \Delta s = 0 \quad \text{فاه} \quad \Delta s = 0 \quad \text{وأخيرا يصير}$$

$$(2) \quad v \Delta s = v' \Delta s \Rightarrow (v - v') \Delta s = 0 \quad \text{فاه}$$

فاذا أخذنا كامل معادلة (١) بفرض أن $s = r$ و $v = r$ يحدث

$$v \Delta s = v' \Delta s \Rightarrow v \Delta s = v' \Delta s \quad \text{ومنها يستخرج}$$

• (١١) •

$$\frac{v + r\bar{v} - v\bar{v}}{v} = \frac{r}{v}$$

وبوضع مقدار v في معادلة (٢) وأخذت كامل الناتج ونهين الكمية الثابتة بهذا الشرط وهو أن $v = r$ متى كان $\bar{v} = 0$ يحدث

$$\times \frac{\bar{v} \sqrt{v r}}{r \sqrt{(v + v)}} = \frac{r}{v}$$

$$(12) \quad \left(\frac{\bar{v} \sqrt{v r} - (r - r) \sqrt{v} - (v + v) \sqrt{v} - r \sqrt{v} - r \sqrt{v}}{r \sqrt{(v + v)}} \right)$$

فلأردنا معرفة الزمن اللازم لأجل أن الماء يصير في استواء واحد في الخوضين نجعل في معادلة (١٢)

$$\frac{v + r\bar{v}}{v + v} = \frac{r}{v} \quad \text{فتؤول الى}$$

$$(13) \quad \frac{\bar{v} \sqrt{v r} \times v \sqrt{v r}}{r \sqrt{(v + v)}} = \frac{r}{v}$$

وفي التطبيقات العملية يجعل m عدداً يكون دائرياً بين ١ و ٢ و ٧٠٩ و ٧٠٩
ولنذكر هنا جدولاً يبين فيه ثقل الميزان الكعب بالكيلوجرام تقريباً لبعض أنواع
المعادن وغيرها المقتضى استعمالها في الأشغال وهالك صورته

تقل الميزان المكي بالكيلوجرام		أسماء المواد
من كيلوجرام	إلى كيلوجرام	
١٠٠٠		الماء المقطر وماء المطر
١٠٠٠		ماء الأنهر تقريباً
١٠١٤	١٠٠٠	ماء الآبار
١٠٤٤	١٠٢٨	ماء البحر المالح
٩٧٠		زيت الكان
٩١٩		زيت النفث
٨٢٧		روح العرق
١٣٥٦٠		زئبق مائع
٧٢٠٢		حديد مسج
١١٤٣٦		رصاص مسج
٧١١٢		قصدير مسج
١٩٠٥٦		ذهب نقي مصبوب أو مسج
١١٤٩٤		فضة نقية مصبوبة أو مسج
٧٧٨٢		نحاس أجري مصبوبة أو مسج
٨٥٤٠		شرحه أصفر سلوك
١٢٦٧٤		شرحه أصفر مسج
٢١٦٨		حجر الجص المعتاد
٢٢٦٤		جص ناعم
٢٤٨٤		حجر الطواحين
٢٧١٧		رخام أبيض وأصفر
٢٢٠٠		طوب جيد الاستواء
١٠٠٠		شرحه قليل الاستواء
١٩٠٠		رمال نفية

أسماء المواد			ثقل	المتر المكعب بالنكيلوجرام	
			من كيلوجرام	كيلوجرام	الى كيلوجرام
رمال مع أتربة				١٧٠٠	
أتربة شفيفة حادثة من البناء				١٤٠٠	
أتربة طينية				١٦٠٠	
أتربة إيلزية				١٩٠٠	
مونة من جير و رمل			١٨٥٦		٢١٤٢
مونة من جير و حجرة			١٦٥٦		١٧١٣
حجر آلة رخو			١١٤٢		١٧١٣
حجر آلة صلب			١٧٤٣		٢٧١٣
حجر صوان			٢٣٥٦		٢٩٥٦
فحم حجرى			٩٤٢		١٣٢٨
بناء من مونة و طوب			١٨٧٠		
بناء من الدبش المعتاد			١٧٠٠		٢٣٠٤
بلاط قربة القلب			١١٧٠		
بلاط شفيفة ناشف			٨٥٠		
ذهب أبيض أو بلاتين			٢١٠٣٩		
جير حى عند خروجه من الكوشة			٨٠٠		٨٥٧
جير مطفأ و محال الى عجينة			١٣٢٨		١٤٢٨
حديد مطرق			٧٧٨٣		
فولاذ مسقى			٧٨١٣		
فولاذ بدون سقى			٧٨٢٩		
روح قوتينا			٧٢٨٧		٨٤٧٩

* (١١٣) *

* (المحولة تخص الجذور) *

يمكن استخراج جذر عدد ليس مربعا كاملا وتقريبه من مقداره الحقيقي بقدر ما يراد
بعضة طرق وانذ كلك الطريقة السهلة من ذلك وهي
أن نفرض أن h عدداً وأن \sqrt{h} جذره التقريبي بحيث أن v يكون
كسراً فيحدث

$$\sqrt{h} = v + \frac{r}{v} \quad (1) \text{ ومنها}$$

$$v^2 + r = h$$

ويتسلسل هذا المقدار بطريقة فنوتون يحدث

$$h = v^2 + r = v^2 + \frac{r^2}{v^2} + \frac{r^3}{v^4} + \dots \text{ ومن هنا يحدث}$$

$$0 = h - v^2 = \frac{r^2}{v^2} + \frac{r^3}{v^4} + \dots$$

ويجذف جميع المقادير المشتقة على v بدرجة أعلى من الدرجة الأولى يحدث

$$0 = \frac{r^2}{v^2} + \dots \text{ ومنها يستخرج}$$

$$v = \sqrt{\frac{r^2}{h - r^2}} \text{ و بوضع مقدار } v \text{ عوضه في المعادلة (1) يحدث}$$

$$\sqrt{h} = \sqrt{\frac{r^2}{h - r^2}} + \frac{r}{\sqrt{\frac{r^2}{h - r^2}}} \quad (1)$$

وهذا هو القانون المطلوب ولنطبق ذلك على مثال فنقول

المطلوب استخراج الجذر التربيعي لعدد 2 لذلك نضع $h = 2$ و $m = 2$

ونفرض أن المقدار التقريبي لجذر 2 هو 1.4 يكون $r = 0.4$

وبوضع المقادير في قانون (1) يحدث

$$\sqrt{2} = \frac{0.4^2}{1 - 0.4^2} + 1.4 = 1.4142$$

تذكره ١٥

(١١٤)

فإذا فرضنا $\sqrt{2} = 1.414$ ووضعنا المقدار في قانون (١) يحدث

$$1.4142135 = \frac{2(1.414) - 2}{(1.414)^2} + 1.414 = \sqrt{2}$$

وهذا المقدار صحيح إلى سابع خانة اعشارية فلو وضعناه موضحا $\sqrt{2}$ هذا المقدار الآخر في قانون (١) يقرب جذور عدد ٢ كثيرا من الحقيقة والجداولان الآتيان يبينان مقدار الجذور التربيعية والجذور التكعيبية للأعداد الأصمة المقتضى استخراج جذورها مقربا بعشر خانات اعشارية

(أولها جدول الجذور التربيعية)

عدد أصم	الجذور التربيعية وهو ضلع المربع تقريبا
$\sqrt{2}$	$1.4142135624 =$
$\sqrt{3}$	$1.7320508076 =$
$\sqrt{5}$	$2.2360679775 =$
$\sqrt{6}$	$2.4494897428 = \sqrt{3} \times \sqrt{2} =$
$\sqrt{7}$	$2.6457513111 =$
$\sqrt{8}$	$2.8284271247 = \sqrt{2} \times \sqrt{2} =$
$\sqrt{10}$	$3.1622776601 = \sqrt{2} \times \sqrt{5} =$

ثانيها

(١٢٥)

(نائبها جدول الجذور التكعيبية)

عدد أصم	الجذر التكعيبى وهو ضلع المكعب تقريبا
$\sqrt[3]{2}$	$= 1.2599210499$
$\sqrt[3]{3}$	$= 1.4422495703$
$\sqrt[3]{4}$	$= \sqrt[3]{2} \times \sqrt[3]{2} = 1.5874010520$
$\sqrt[3]{5}$	$= 1.7099759467$
$\sqrt[3]{6}$	$= \sqrt[3]{2} \times \sqrt[3]{3} = 1.8171205928$
$\sqrt[3]{7}$	$= 1.9129311828$
$\sqrt[3]{9}$	$= \sqrt[3]{3} \times \sqrt[3]{3} = 2.0800838230$
$\sqrt[3]{10}$	$= \sqrt[3]{2} \times \sqrt[3]{5} = 2.1504436600$

(فى الكلام على تقسيم السطوح)

من المهم عملية تقسيم السطوح مثل سطوح أراضي المزارع والمنازل والاقشة والاعشاب وغير ذلك وغايتها اعطاء كل واحد من الثمرات أو الورثة استحقاقه بالنسبة لمن معه وهى تستعمل كثيرا عند المساحين

ثم ان تلك العملية اما ان تكون بالتساوى أو بالتكافؤ أو بنسبة معلومة

اما التساوى فغناه انطباق سطحين على بعضهما كأن يقال مثلا ان مثلثا يساوى لاخر فيعلم من ذلك انهما ينطبقان على بعضهما

واما التكافؤ فغناه تساوى سطحين مساحة ولا ينطبقان على بعضهما كأن يقال

(١١٦)

مثلاً ان مثلثاً يكافئ دائرة فيعلم من ذلك انها متساويان مساحة فقط ولا ينطبقان على بعضهما

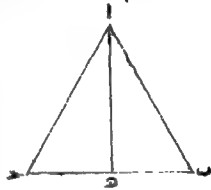
وأما النسبة المعروفة فعناها ان احدا السطحين يكون قدرا لآخر مرتين أو أكثر فان قسلا مثلان نسبة سطح الى آخر كنسبة كمية $م = ١$ الى $هـ = ٣$ فيعلم من ذلك ان السطح الثاني قدرا لاول ثلاث مرات

وحيث ان سطوح الارض المشاعة التي يراد تقسيمها يمكن تجزئتها الى أشكال واعطاء جانب منها الى أحد الشركاء من اصل استحقاقه وما يبقى يعطى لآخر من شكل ثلاثي أو رباعي فيثبتنوجوب علينا أن نشرح هذه مسائل من تقسيم الشكل الثلاثي والشكل الرباعي الذي أنواعه خمسة فنقول

(في أنواع تقسيم الشكل الثلاثي وفيه مسائل)

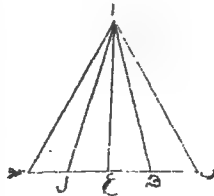
(المسألة الاولى)

المطلوب تقسيم مثلث ا ب ج معلوم الى قسمين متساويين بمستقيم يمر من إحدى زواياه
جواب ذلك أن نقيم قاعدته ب ج الى قسمين ب هـ و هـ د متساويين ونصل من زاوية ا الى نقطة التقسيم هـ فالثلثان المحاذيان ا ب هـ و ا هـ د هما المطلوبان لان قاعدة كل منهما واحدة وارتفاعها واحد أيضا



(تنبيه)

اذا قسمت قاعدة المثلث المذكورة ب ج الى أقسام متساوية بالنقط هـ و ع و ل أعني ان قسم ب هـ = هـ ع = ع ل = ل ج ووصل من نقط التقسيم المذكورة الى رأسه بالمستقيمات ا هـ و ا ع و ا ل يتقسم المثلث المذكور الى أربعة أقسام متكافئة أعني أن



مثلث ا ب هـ = ا هـ ع = ا ع ل = ا ل ج

المسألة

(١١٧)

(المسألة الثانية)

المطلوب تقسيم مثلث $ا ب د$ معلوم الى قسمين بشرط أن تكون النسبة بينهما كنسبة هدين $م$ و $هـ$ معلومين يستقيم عن من احدى زواياها كزاوية $ب$ جواب ذلك أن تقسم قاعدة المثلث وهي $ا د = هـ$ الى قسمين مناسبين للعددين $م$ و $هـ$ المعلومين بنقطة $و$ فالمستقيم $ب و$ الواصل من نقطة التقسيم الى رأسه $ب$ يكون هو القاسم المطلوب

وبواسطة الحساب يمكن إيجاد مقدار البعد المجهول $ا و = سـ$ من المثلثين $ا ب و$ و $ب و د$ المتشابهين الارضاع الذين نسبتهم الى بعضهما كنسبة قواعدهما أعني ان نسبة



$$\begin{aligned} م : هـ &:: سـ : هـ - سـ \text{ أو} \\ م - هـ &= سـ = هـ - سـ \text{ أو} \\ م - هـ &= سـ (م + هـ) \text{ أو} \\ سـ &= \frac{م \cdot هـ}{م + هـ} \quad (١) \end{aligned}$$

ولنوضح ذلك بمثال فنقول

إذا فرض أن $م = ٥$ و $هـ = ٩$ ومقدار قاعدة المثلث $هـ = ٣٦$ مترا يحدث بوضع المقادير المذكورة في قانون (١) بدل الرموز

$$سـ = \frac{٣٦ \times ٥}{١٤} \text{ أو}$$

$$سـ = ١٢ ر ٨٥ \text{ مترا} \text{ وحينئذ يكون الباقي من قاعدة المثلث}$$

$$د = ٢٣ ر ١٥ \text{ مترا} \text{ فيكون مجموع القاعدة}$$

$$٣٦ ر ٠٠ = هـ$$

(تنبيه)

إذا قسم مقدار القاعدة وهو ٣٦ مترا على العدد ١٤ الذي هو مجموع العددين المعلومين $م$ و $هـ$ تخرج العدد $٢ ر ٥٧١٤$ فلو ضرب هذا العدد $٢ ر ٥٧١٤$ في العدد $م = ٥$ أعني $٥ \times ٢ ر ٥٧١٤$ ينتج البعد $١٢ ر ٨٥$ مترا المطلوب حينئذ يكون الباقي من قاعدة المثلث هو $٢٣ ر ١٥$

(١١٨)

(المسألة الثالثة)

المطلوب تقسيم مثلث ا ب ج معلوم الى ثلاثة اقسام مناسبة الى ثلاث كميات م و ه و ع معلومة بمستقيمين يمران من احدى زواياه ب جواب ذلك أن قسم قاعدته ا ج = ص الى ثلاثة اقسام مناسبة لثلاث كميات م و ه و ع المعلومة بتقطعي ه و ز ونصل من نقطة ب رأس المثلث الى نقطتي التقسيم ه و ز بمستقيمين فحدث الثلاثة اقسام المطلوبة ويمكن بواسطة الحساب إيجاد مقدار البعد ا د = س من هذا التناسب

$$م : ع + ه :: م : م - ص - ه \text{ أو } م - ص - ه = م - م + ع + ه = ه \text{ أو } م = م + ع + ه$$

$$م - ص - ه = م - م + ع + ه = ه \text{ أو } م = م + ع + ه$$

$$م = م + ع + ه \text{ أو } م = م + ع + ه$$

$$\frac{م}{ع + ه + م} = س$$

وكذلك يمكن إيجاد مقدار البعد ه د =

ص من هذا التناسب

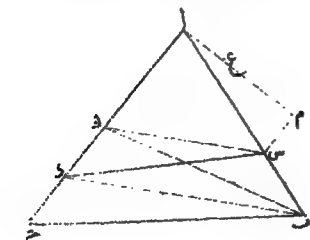
$$ه : م + ع :: م : م - ص - ه \text{ أو } م - ص - ه = م - م + ع + ه = ه \text{ أو } م = م + ع + ه$$

$$م - ص - ه = م - م + ع + ه = ه \text{ أو } م = م + ع + ه$$

$$\frac{م}{ع + ه + م} = س$$

(المسألة الرابعة)

المطلوب تقسيم مثلث ا ب ج معلوم الى قسمين متكافئين بمستقيم يمر من نقطة ع معلومة على أحد أضلاعه كالضلع ا ج



(١١٩)

جواب ذلك أن نصل المستقيم $د ب$ ثم نتصف ضلع المثلث $ا ج$ بنقطة $ه$ ثم نرسم منها مستقيما $ه س$ موازيا إلى $د ب$ فيقطع ضلع $ا ب$ في نقطة $س$ وأخيرا نصل المستقيم $د س$ فيكون هو القاسم المطلوب

وذلك لأن مثلث $د ب س = د ه س$ $\frac{ا ب}{د ب} = \frac{ا ه}{د ه}$ بالعمل (١)
وان مثلث $ه ب س = د س س$ وبإضافة مثلث $د س س$ على كل من الطرفين
أعني $د س س = د س س$ يكون

المثلث $د ب س = د ه س$ الشكل $س ب د$ (٢)

ومن قانوني (١) و (٢) يحدث

$$\frac{ا ب}{د ب} = \frac{د س}{س ب د}$$

(طريقة أخرى سهلة لتحل هذه المسألة)

وهي أن نرسم بالمحرف $ه$ إلى نصف مساحة المثلث $ا ب د$ المعلوم من رأس المسألة ثم نبعث عن مقدار ارتفاع $ع$ للمثلث $س د ا$ المعتبرة قاعدته $ا د$ من هذا القانون

$$\frac{ا د}{ا ه} = \frac{ا ه}{د ه} \times ع$$

$$\frac{ا د}{ا ه} = ع$$

ولاجل تعيين موضع نقطة $س$ على ضلع $ا ب$ تقسم من نقطة $ا$ عمودا $م$ بمقدار $ع$ على ضلع $ا د$ ثم نرسم من نقطة $م$ مستقيما $م س$ يوازي ضلع $ا د$ فيقطع ضلع $ا ب$ في نقطة $س$ المطلوب إيجادها والمستقيم $س د$ الواصل منها إلى النقطة $د$ المعلومه يكون هو القاسم المطلوب

(المسألة الخامسة)

المطلوب تقسيم مثلث $ا ب د$ معلوم إلى قسمين بشرط أن تكون نسبتهما إلى بعضهما كنسبة $م : ن$ بمستقيم يمر من نقطة $و$ معلومة على أحد أضلاعها كالضلع $ا د$



جواب ذلك أن نقسم ضلع a الى قسمين مناسبين لكيقي m و h المعلومتين بنقطة $ل$
ثم نصل المستقيم $وب$ ومن نقطة $ل$ نرسم مستقيماً $ل$ $س$ ه موازياً الى $وب$
فيقطع ضلع $ا ب$ في نقطة $س$ ه المطلوب ايضادها فاذا وصلنا منها الى نقطة $و$
بمستقيم $س$ ه و يكون هو القائم المطلوب
وذلك لاننا اذا وصلنا المستقيم $ل ب$ يكون نسبة

$ا ب : ل = س ب : و :: ا ل : ل ه :: م : ه$ وحيث ان مثلث $ا ب ل =$
 $ا ب س$ و يكون $ا س و : س ب : و :: م : ه$ والسبب في ان مثلث $ا ب ل =$
 $ا ب س$ هو ان مثلث $ب س ك = ك ل و$ وذلك لان
مثلث $ل س ب = ل س و$ وبطرح المثلث $ل س ك$ المشترك منهما فهي
 $ل س ك = ل س و$ يكون الباقي
 $ب س ك = ك ل و$

فاذا طرحنا من المثلث $ا ب ل$ مثلث $ب س ك$ يكون الباقي الشكل الرباعي
 $ا ب س ك ل$ وباضافة مثلث $ك ل و$ على هذا الشكل الرباعي يكون المجموع
 $ا س و$ فينتج من ذلك ان مثلث $ا ب ل = ا س و$
ويمكن ايضاد البعد $ا س$ ه بالحساب اذ لم يمكن رسم المستقيم $ل س$ ه لوجود مانع
من هذا القانون

$ا س : ا ب :: ا ل : ا و$ أو

$$ا س = \frac{ا ب \times ا ل}{ا و} \quad (١)$$

* (١٢١) *

ثم نخرج مقدار ال من الشكل من هذا التناسب

$$\frac{\text{ال}}{\text{ا}} = \frac{\text{م}}{\text{ه} + \text{م}} \quad \text{أو}$$

$$\text{ال} = \frac{\text{م} \times \text{ا}}{\text{ه} + \text{م}} \quad \text{وبوضع مقدار } \frac{\text{م} \times \text{ا}}{\text{ه} + \text{م}} \text{ عوضا عن مساويه ال في معادلة}$$

(١) نؤول الى

$$\text{ا} \text{ منه } = \frac{\text{م} \times \text{ا} \times \text{ب}}{\text{ه} + \text{م}} \quad \text{أو}$$

* (طريقة أخرى تم الحل هذه المسألة) *

وهي ان نرسم بالحرف ه الى نصف مساحة الثلاث ا ب ه و المثلثة من رأس المسألة ثم نبحث عن مقدار الارتفاع ع للثلاث ا ب ه و المذكور المعتبرة قاعدته

او من هذا القانون

$$\text{ه} = \frac{1}{2} \text{ او } \text{ع} \times \text{ا} \quad \text{أو}$$

$$\text{ع} = \frac{\text{ه}}{\frac{1}{2} \text{ او}}$$

والاجل تعيين موضع نقطة ب ه على ضلع ا ب نقيم من نقطة ا عمود ا م بمقدار ع على ضلع ا ب ثم نرسم من نقطة م مستقيم م ه يوازي ضلع ا ب فيقطع ضلع ا ب في نقطة ه المطلوب انيادها فالمستقيم م ه والواصل منها الى النقطة ب

المعومة يكون هو القاسم المطلوب

* (المسألة السادسة) *

المطلوب تقسيم مثلث ا ب ج

المعلوم الى ثلاثة اقسام متكافئة

بمستقيمين يميزان من نقطة ب

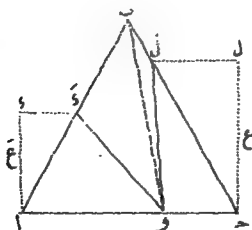
المعومة على أحد أضلاعه ا ج

جواب ذلك ان نفرض ان ج

مساحة أحد الأقسام الثلاثة

المتساوية أعني ان ج = $\frac{1}{3}$

ا ب ج وحيث انه يمكن اعتبار



تدويره

١٢١

* (١٢٢) *

أخذ الأقسام مثلثا قاعدته البعد و Δ معلوم ومساحته Δ المعلومة فيستخرج ارتفاعه Δ من هذا القانون

$$\Delta = \frac{\Delta}{\frac{1}{2} \times \Delta}$$

ولاجل تعيين موضع المثلث Δ ول يقام من نقطة Δ عمود Δ ل Δ ثم يرسم من نقطة ل مستقيم ل ل موازيا للقاعدة و Δ فيقطع ضلع ب Δ في نقطة ل ثم يوصل المستقيم ل و فيكون هو أحد المستقيمين القاسمين المطلوبين ويكون مثلث Δ ل و هو القسم الأول ولجل إيجاد القسم الثاني نعتبر أنه مثلث وحيث أن تكون قاعدته أو معلومة ومساحته Δ معلومة أيضا فيستخرج ارتفاعه Δ من هذا القانون

$$\Delta = \frac{\Delta}{\frac{1}{2} \times \Delta}$$

ولاجل تعيين موضع هذا المثلث يقام من نقطة ا عمود ا Δ = ع ويرسم من نقطة Δ مستقيم Δ موازيا للقاعدة و ا فيقطع ضلع ا ب في نقطة Δ ثم يوصل المستقيم Δ و فيكون هو المستقيم القاسم الثاني المطلوب ويكون المثلث Δ و ا هو القسم الثاني المطلوب وحيث أن يكون الشكل الرباعي س ل و Δ الباقي من المثلث المفروض هو القسم الثالث المطلوب

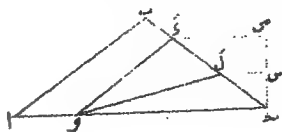
(تبينه)

قد تمحصل القسمة بتوصيل المستقيم و ب ثم يطرح من المثلث و ب Δ المحدث أو نضم عليه الكمية الزائدة أو الباقية حتى يكون الناتج مساويا إلى المساحة Δ المعلومة وهذا ينتج القسم الأول وعلى قياس ذلك يفعل في المثلث ا و ب الآخر فينتج القسم الثاني وما يبقى من المثلث ا ب Δ المفروض يكون هو القسم الثالث

(ملحوظة)

إذا كان وضع النقطة و المعلومة قريبا من زاوية ا كما في هذا الشكل

يكون



* (١٢٣) *

يكون كل من المستقيمين $و ل$ و $و$ القاصمين قاطعا ضلع $ب$ في تقطعتي $ل و$ وطريقة يجب اذ موضع كل من تقطعتي $ل و$ المذكورتين ان يجعل البعد $و$ قاعدة مشتركة لكل من المثلثين $و ل$ و $و$ ويستخرج أولا الارتفاع $ز$ من المثلث $و ل$ الذي مساحته ثلث مساحة المثلث المفروض اعني ان $و ل$ $= ع$ كما تقدم وثانيا يستخرج الارتفاع $ح$ من المثلث $و و$ الذي مساحته ثلثا مساحة المثلث المفروض اعني ان $و و$ $= ٢ ع$ كما تقدم وأخيرا يكون الشكل

الرباعي $و ا ب ل$ الباقي من المثلث المفروض هو القيم الثالث المطلوب

(طريقة أخرى سهلة لحل هذه المسألة)

وهي ان نقيم قاعدة $ا ح$ للمثلث $ا ب$ المفروض الى ثلاثة اقسام متساوية ونصل من النقطة $و$ المفروضة الى نقطة $ب$ رأس المثلث بالمستقيم $و ب$ ونرسم مستقيمين $ا ل$ و $٢ و$ موازيين الى المستقيم $و ب$ فيقطعان ضلع $ب$ في النقطتين $ل و$ فلو وصلنا مستقيمي $و ل$

و $ا ل$ كانا القاصمين

المطلوبين

لانا اذا وصلنا مستقيمين

$ا ب$ يحدث مثلث

$ا ب ل = ا ل و$

وباضافة مثلث $ا ح ل$

على كل من الطرفين اعني

$ا ح ل = ا ل و$

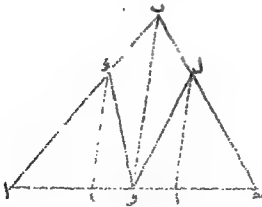
$ا ب و = ا ل و$ يحصل

وحيث ان الطرف الاول $ا ب و = ١$ المثلث المفروض بالمثل يكون الطرف الثاني

$ا ل و = ١$ المثلث المفروض

وفي حالة ما اذا كان محل وضع النقطتين $و$ المعطاة قريبا من زاوية $ا$ تكون صورة

الشكل هكذا

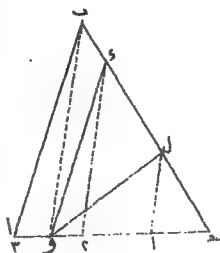


* (١٢٤) *

ومضى أردنا العمل على الأرض
في هذه الحالة نرسم إلى البعد
بالمحرف من ثم يقاس البعد
أو ٢١ الذي هو $\frac{1}{3}$ الضلع
المعلوم ثم نقسم ضلع $اب$ إلى قسمين
مناسبين إلى $او$ و $وب$ فيصعد

$$او \quad \frac{او}{اب} = \frac{1}{3}$$

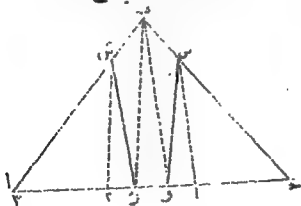
$$س = \frac{اب \times \frac{1}{3}}{او}$$



وبمثل ذلك يعلم بعد $س$ ل

* (المسألة السابعة) *

المطلوب تقسيم مثلث $اب$ $س$ المعلوم إلى ثلاثة أقسام متكافئة بمستقيمين يمران من
نقطتين معلومتين $و$ $فا$ و على أحد أضلاعه كالضلع $ا$ $س$



جواب ذلك أن نصل مستقيمي $و ب$ و $فا$ ثم نقسم الضلع $ا$ إلى ثلاثة أقسام
متساوية بتقطين ١ و ٢ ثم نرسم من نقطة ١ مستقيم $اس$ موازاً بالمستقيم
 $و ب$ فيقطع ضلع $ب$ في نقطة $س$ المطلوبة
وأخيراً نصل مستقيمي $س$ و $فا$ فيكون هـ واحد المستقيمين القامسين المطلوبين
وبمثل ذلك نرسم من نقطة ٢ مستقيم $٢ س$ موازاً إلى مستقيم $و ب$ فيقطع
ضلع

* (١٢٥) *

ضلع $ا ب$ في نقطة $س$ ثم نصل مستقيم $و س$ فيكون هو القاسم الثاني المطلوب
لأنه لو وصلنا المستقيم $ا ب$ يحدث مثلث

$ا س و = ا س ب$ وبإضافة مثلث $ا د س$ على كل من الطرفين أعني

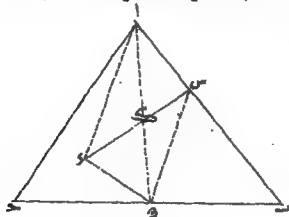
$$\frac{ا د س = ا د س}{د س و = د س ب}$$

وحيث أن الطرف الثاني $د س ب$ هو $\frac{1}{2}$ المثلث $ا ب د$ المفروض يكون
الطرف الأول $د س و$ كذلك

وبمثل ذلك يبرهن على القسم الثاني $ا و س$

(المسألة الثامنة)

المطلوب تقسيم مثلث $ا ب د$ المعالم الى قسمين متكافئتين من نقطة $هـ$ المعومة
داخله



جواب ذلك أن نصل من
النقطة $هـ$ المعومة الى
زاوية $ا$ بمستقيم $ا هـ$
ونصف الضلع $ب د$
بنقطة $و$ ونرسم منها
مستقيم $هـ س$ موازيا
لمستقيم $ا د$ فيقطع

ضلع $ا ب$ في نقطة $س$ ثم نصل مستقيمي $د هـ$ و $د س$ يكونان محددين
للقسمين المتكافئين

لأنه لو وصل المستقيم $ا هـ$ يحدث مثلث

$ا س هـ = ا س د$ وبإضافة مثلث $د س هـ$ على كل من الطرفين أعني

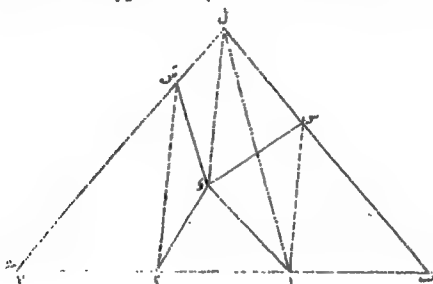
$$\frac{ب س هـ = د س هـ}{ا ب هـ = د س هـ}$$

وحيث أن الطرف الأول $ا ب هـ = \frac{1}{2}$ المثلث المفروض $ا ب د$ فلا يكون
الطرف الثاني كذلك

* (١٢٦) *

(المسألة التاسعة)

المطلوب تقسيم مثلث ل ب ح المعطى الى ثلاثة أقسام متساوية من نقطة س
المعلومة داخله بشرط أن كل من الثلاثة أقسام يكون له نصيب من قاعدة المثلث
بحق الثلث



جواب ذلك أن نصل من النقطة س المعلومة الى رأس المثلث ل بالمستقيم و ل
ثم نقسم قاعدته ب ح الى ثلاثة أقسام متساوية بنقطتي ١ و ٢ ثم نرسم من
نقطة ١ مستقيم اس موازيا الى س ل فيقطع ضلع ل ب في نقطة س
ثم نصل منها الى نقطة س بالمستقيم س و وكذلك نصل المستقيم ا س فيكون
الشكل ا ب س هو أحد الأقسام الثلاثة المطلوبة ويمثل ذلك نرسم من نقطة ٢

مستقيم ٢ س موازيا الى ل س فيقطع ضلع ل ح في نقطة س ثم نصل
منها الى نقطة س بالمستقيم س و فيكون الشكل س ٢ و هو القسم الثاني
المطلوب وحيث أن يكون الباقي من المثلث المقروض هو القسم الثالث المطلوب

لأنه إذا وصل المستقيم ل ا يحد مثلث

س ل ا = س و ا وبإضافة مثلث ا س ب على كل من الطرفين أعني

$$\begin{array}{r} \text{ا س ب} = \text{ا س ب} \\ \hline \text{ب ل ا} = \text{ب س و ا ب} \end{array}$$

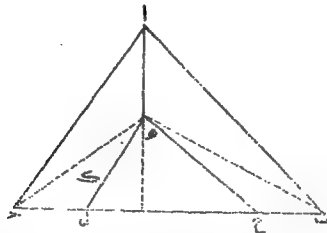
وحيث

* (١٢٧) *

وحيث ان الطرف الأول ب ل ا = $\frac{2}{3}$ الثلث ل ب = المعلوم يكون الطرف الثاني س د ا ب كذلك وبمثل ذلك يبرهن على القيم الثاني $\frac{2}{3}$ س وعلى حسب وضع النقطة المعلوم في داخل الثلث تتنوع صورة شكل الاقسام الثلاثة المطلوبة

* (المسألة العاشرة) *

المطلوب تقسيم مثلث ا ب = المعلوم الى ثلاثة اقسام متكافئة بثلاثة مستقيمان تمر من نقطة ه المعلومه داخله بشرط ان المستقيم الواصل من النقطة ه المعلومه الى احدى زواياه يكون حدًا بين قسمين من الثلاثة اقسام المطلوبة جواب ذلك ان نفرض ان ه مساحة أحد الاقسام الثلاثة فيكون $\frac{1}{3}$ ا ب = ثم نفرض ان المستقيم ه ا هو حدين قسمين ونصل مستقيم ه ج ثم نستخرج



مساحة الثلث ا ه ج المحاذي وتقارنها بكمية ه المعلومه فان كانتا متساويتين كان مثلث ه ا = أحد الاقسام الثلاثة المطلوبة وان كان الثلث ه ا اصغر من كمية ه بكمية وتكن ك فنضف عليه مثلث ه د ل = ك ونستخرج قاعدة ه ل للثلث ك من هذا القانون

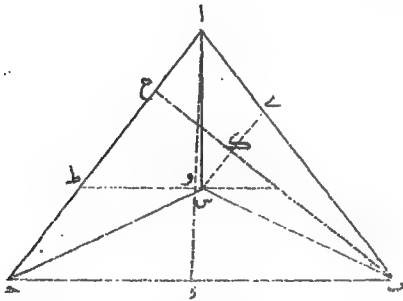
$$\frac{ك}{\frac{1}{3} ا ب} = ه ل$$

وبعلمه معرفة موضع نقطة ل من القانون المذكور يوصل المستقيم ه ل فالشكل ا ه ل ج المحاذي يكون هو أحد الاقسام الثلاثة المطلوبة

* (١٢٨) *

وبمثل ذلك يوصل المستقيم ه ب ويقارن المثلث ا ب ه المحاذي بكيه ع
وأخيرا يحدث الشكل ا ب ع ه فيكون هو القسم الثاني وحيث يكون
الشكل ه ع ل الباقي هو القسم الثالث المطلوب
* (المسألة الحادية عشرة) *

المطلوب إيجاد نقطة س داخل مثلث ا ب ج المعلوم بشرطاته لو وصل منها إلى
رؤسه الثلاثة بثلاثة مستقيمان ينقسم سطحه إلى ثلاثة أقسام متكافئة



جواب ذلك أن نزل ارتفاع ا ه للمثلث المفروض على قاعدته ب ج ثم نؤخذ من
هذا الارتفاع البعد و ه بقدر ثلثه ثم نرسم من نقطة و مستقيم ط و موازيا
إلى ضلع ب ج وكذلك نزل الارتفاع ب ح للمثلث المذكور على قاعدته ا ج
ثم نؤخذ من هذا الارتفاع البعد ك ح بقدر ثلثه ثم نرسم من نقطة ك مستقيم
ك ع موازيا إلى القاعدة ا ج فيقابل المستقيم و ط في نقطة س المطلوب
إيجادها حينئذ لو وصل منها إلى رؤوس المثلث الثلاثة ا ب ج وبه بالثلاث
مستقيمان اس و ب س و ج س لقسم سطحه إلى ثلاثة أقسام متساوية
متكافئة. أعني أن مثلث

$$ا ب س = ا س ج = ب س ج$$

وذلك

• (١٢٠) •

جواب ذلك أن نفرض أن المسألة محولة يعني أن النقطة المجهولة هي نقطة س وان
مثك س ب = مناسب لـ كية م ومثك س = مناسب لـ كية ه ومثك س ا
ب مناسب لـ كية ع وبعد ذلك ننزل ارتفاع المثلث المفروض ا ب ح وليكن ا د ثم
نبحث أولاً عن ارتفاع المثلث ب س ح من قانون

$$\frac{ب س}{ا ب} = \frac{م}{ع + ه + م} = \frac{ص}{س ا} \quad \text{ومنها نستخرج}$$

$$\frac{س ا \times م}{ع + ه + م} = ص$$

ثم نأخذ البعد د ح = م ونرسم من نقطة ح مستقيم ب س موازاً للقاعدة
ب ح

ونبحث ثانياً عن ارتفاع المثلث ا س ح بأن ننزل ارتفاع ب ه للمثلث
ا ب ح على قاعدته ا ح ونضع هذا القانون

$$\frac{ا س}{ا ب} = \frac{ه}{ع + ه + م} = \frac{ص}{ب ه} \quad \text{ومنه نستخرج}$$

$$\frac{ه \times ب ه}{ع + ه + م} = ص$$

ثم نأخذ البعد د ح = م ونرسم من نقطة ح مستقيم ع س موازاً للقاعدة
ا ح فيقابل مع المستقيم ب س في نقطة س المطلوب إيجادها فيبتدئ ذل ووصل
منه إلى رؤس المثلث ا ب ح وبه بالثلاثة مستقيمت ا س وب س وح س
لكان المثلث س ب ح المحاذ مناسب لـ كية م والمثلث س ا ح مناسب
لـ كية ه والمثلث س ا ب مناسب لـ كية ع

• (المسألة الثالثة عشرة) •

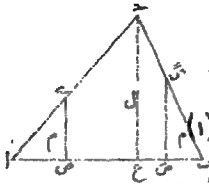
المطلوب تقسيم مثلث ا ب ح المعلوم منه أضلاعه الثلاثة فقط إلى قسمين بمستقيم
يكون عموداً على قاعدته بشرط أن يكون أحد القسمين مساوياً إلى كية م المعلوم
جواب

•(١٢١)•

جواب ذلك ان نستخرج أولاً بعد $ع = ل$

موقع العمود النازل من رأس المثلث

المفروض على قاعدته من هذا القانون



$$ب - ح = \frac{ع}{ب} + \frac{ع}{ا} - \frac{ع}{ب} \times ا \quad \text{أو}$$

$$ا - ح = \frac{ع}{ا} - \frac{ع}{ب} + \frac{ع}{ب} \times ا \quad (١) \quad ل = \frac{\frac{ع}{ا} - \frac{ع}{ب} + \frac{ع}{ب} \times ا}{ا - ب}$$

وثانياً نستخرج مقدار الارتفاع $ح = ع = ل$ من هذا القانون

$$\frac{ع}{ا} - \frac{ع}{ب} = \frac{ع}{ل} \quad \text{وبوضع مقدار } ا - ح = ل \text{ من قانون (١) في هذه المعادلة يحدث}$$

$$\frac{ع}{ا} - \frac{ع}{ب} = \frac{ع}{ل} \quad \text{أو}$$

$$(٢) \quad ع = \frac{1}{\frac{1}{ا} - \frac{1}{ب}} = ل$$

وثالثاً نستخرج مساحة مثلث $ا - ح = ع$ من هذا القانون

$$ا - ح = ع = \frac{1}{2} \times ا \times ع \quad \text{أو}$$

$$(٣) \quad ا - ح = ع = \frac{1}{2} \times ل \times م$$

وأخيراً نقارن المساحة $م$ المعلومة بمساحة المثلث $ا - ح = ع$ فان كانتا متساويتين يكون الارتفاع $ح = ع$ هو تقاسم المطلوب وان كانتا مختلفتين فلا بد ان تكون $ك$ م أصغر أو أكبر من المثلث $ا - ح = ع$ فان كانت $ك$ م أصغر من المثلث المذكور فلا ريب أنها انخفضت فيه كافي الشكل المتقدم وفي هذا محالة نستخرج البعد المجهول $ا - ح = م$ من هذا التناسب

$$ا - ح : م :: ا - ح : م \quad \text{أو}$$

$$ا - ح : م :: ا - ح : م \quad \text{أو}$$

(١٢٢)

$$\text{من} = \frac{\frac{2}{\epsilon^2} \times \epsilon}{\epsilon^2} \quad \text{أو}$$

$$\text{من} = \frac{2}{\epsilon^2} \sqrt{\epsilon^2} \quad (٥)$$

وان كانت كية م اكبر من المثلث ا > ع فلا بد انما تنحصر في المثلث ب > ع
وحيث نخرج البعد المجهول ب ص بطريقة كالتقدمة وبعد ذلك نقطع
البعد ب ص من ابتداء نقطة ب ثم يقام من نقطة ص عمود ص ص على
القاعدة ا ب فيكون هو القاسم المطلوب

(ولنطبق ذلك على مثال فنقول)

المطلوب تقسيم المثلث ا ب > المعلوم منه أضلاعه الثلاثة وارتفاعه
ع = ص = م = ٥٠ ميترًا وبعد موقع الارتفاع ا ع = ل = ٤٠ ميترًا
الى قمين بشرط أن يكون أحدهما مساوياً للكبة (م = ٥٠٠ ميتر مربع)
معلومة وأن يكون المستقيم القاسم عموداً على قاعدته ا ب
جواب ذلك أن يقال حيث أنه معلوم هنا أن بعد موقع العمود ل = ٤٠ ميترًا
والارتفاع م = ٥٠ ميترًا فضرورة تعلم مساحة المثلث ا ب > ع من بعده
وضع هذه المقادير المذكورة في قانون (٣) المتقدم فيؤول الى

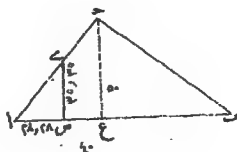
$$ا > ع = ٤٠ \times ٢٥ = ١٠٠٠ \text{ ميتر مربع}$$

وأخيراً نستخرج البعدا ص = م المجهول الذي هو قاعدة المثلث المعلومة مساحته
التي قدرها ٥٠٠ ميتر مربع من قانون (٥) فبعد وضع المقادير المذكورة فيه يؤول الى

$$\text{من} = \frac{22736 \times 40}{31712} = \frac{909440}{31712}$$

$$\text{من} = ٢٨ / ٢٨ \text{ ميترًا}$$

فلو قطع البعد ٢٨ / ٢٨ ميترًا
من ابتداء نقطة ا من قاعدة
ا ب وأقيم من نهاية هذا البعد
وهي نقطة ص مستقيم عموداً
عليها لكان هذا العمود ص ع



* (١٣٣) *

هو القاسم المطلوب ومقداره يستخرج من الثلثين $a = c$ و $a = c$ في
 المتشابهين وبإجراء العمل يحدث
 ص $c = ٣٥$ و $c = ٣٥$ مترا

* (المسألة الرابعة عشرة) *

المطلوب تقسيم مثلث abc الى قسمين متكافئين بمستقيم مواز لقاعدته
 جواب ذلك أن يقال ان حل هذه المسألة فيه طريقتان

* (الطريقة الاولى) *

أن نفرض أن المستقيم القاسم المطلوب يكون de ونفرض أن البعد المجهول
 $ah = m$ وحيث يكون الثلث ade المتحادث مشابه للثلث abc المعلوم
 ومنهما يحدث هذا التناسب

$$\frac{ah}{ab} = \frac{de}{bc} = \frac{1}{2} \quad \text{أو} \quad \frac{m}{a} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{m}{a} = \frac{1}{2} \quad \text{أو} \quad \frac{m}{a} = \frac{1}{2}$$



فلو أخذنا مقدار البعد $ah = m$ من الضلع ah من ابتدائه نقطه a
 وليكن ah ومن نهايته نقطة h ومنها المستقيم hde موازيا للقاعدة
 bc لكان هو القاسم المطلوب

* (الطريقة الثانية) *

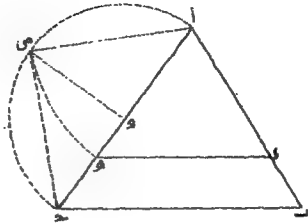
هي ان نرسم على الضلع ab نصف محيط دائرة ومن مركزه h نقيم العمود hd ص
 على الضلع ac ونصل ad ثم نجعل نقطة a مركزا وبعد a ص نرسم
 قوس دائرة يقطع ضلع ac في نقطة e فلورسمنا منها المستقيم hde موازيا
 للقاعدة bc لكان هو القاسم المطلوب
 لانه يحدث من الثلث ade ص

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c} \quad \text{أو} \quad \frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c}$$

$$\text{أو } \frac{2}{1} = \frac{2}{1} \text{ أو } \frac{2}{1} = \frac{2}{1}$$

$$\frac{2}{1} = \frac{2}{1}$$

بفتح أن ضلع المربع هـ أ
يساوى نصف ضلع المربع
أ ب يكون المثلث المطلوب
هـ أ ب يساوى نصف المثلث
أ ب ب الفروض



(المسألة الخامسة عشرة)

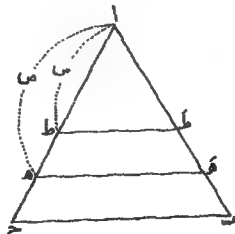
المطلوب تقسيم مثلث أ ب ب معلوم إلى ثلاثة أقسام متكافئة بمستقيمين موازيين
لقاعدته ب ب

جواب ذلك أن نفرض أن المسألة محولة بمعنى أن مستقيمي ط ط و هـ هـ هما
القاسمان المطلوبان ثم نبعث أولاً من مقدار البعد المجهول أ ط = س من
المثلثين أ ط ط و أ ب ب المتشابهين فيحدث هذا التناسب

$$\text{أو } \frac{أ ط ط}{أ ب ب} = \frac{س}{س}$$

$$\text{أو } \frac{س}{س} = \frac{أ ط ط}{أ ب ب}$$

ونبعث ثانياً من مقدار البعد الثاني
المجهول أ هـ = ص من المثلثين
أ هـ هـ و أ ب ب المتشابهين
فيحدث منهما هذا التناسب
أ هـ



(١٣٥)

$$\text{أو} \quad \frac{r}{r} = \frac{r}{\frac{r}{a}} = \frac{r}{a}$$

$$\text{أو} \quad \frac{r}{r} \times \frac{r}{a} = \frac{r}{a} \quad \text{ص} \quad \frac{r}{a} \gamma = \frac{r}{a}$$

ثم نأخذ بعدى س و ص من ابتداء نقطة ا على ضلع ا د فنجد نقطتا
ط و ه فالوراء منهما مستقي ط ط و ه ه موازيين لقاعدة ب ج
لكنا هما المستقيمين القاسمين المطلوبين

(تنبيه)

إذا كان المراد تقسيم مثلث ا ب ج الى أقسام عددها م بشرط أن تكون
متكافئة بخطوط موازية لقاعدته ب ج يؤخذ بناء على ما تقدم مقدار البعد

$$\text{الاول } \frac{a}{m} = \frac{a}{m} \gamma \quad \text{ومقدار البعد الثاني } \frac{a}{m} = \frac{a}{m} \gamma$$

$$\text{والبعد الثالث } \frac{a}{m} = \frac{a}{m} \gamma \quad \text{وهكذا}$$

وأما بواسطة الطريقة

الرسمية فنرسم على ضلع

المثلث ا د نصف محيط

دائرة ثم نقسم الضلع ا د

المذكور الى أقسام

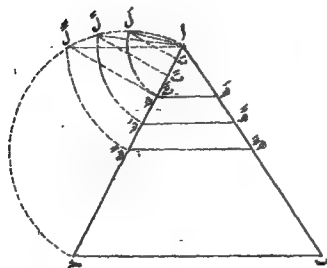
عددها م ولتكن ا ب

و ا ب و ا ب و...

ثم نقسم من نقط التقاسيم

ب ب و ب و ب و...

ب ب و ب و ب و...



باعدة ب ب و ب ب و ب ب و...
باعدة ب ب و ب ب و ب ب و...

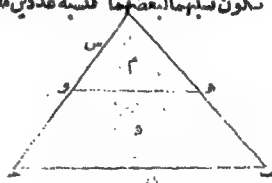
* (١٣٦) *

وبالابعاد $ال$ و $ال$ و $ال$ نرسم أقواس دوائر حتى تقطع ضلع $ا$ في النقط
 $هـ هـ هـ$ و $هـ هـ هـ$ و $هـ هـ هـ$ نرسم من النقط $هـ هـ هـ$ و $هـ هـ هـ$ المستقيمان
 $هـ هـ هـ$ و $هـ هـ هـ$ و $هـ هـ هـ$ موازية للقاعدة $ب$ فتكون هي
 القواسم المطلوبة

* (المسألة السادسة عشرة) *

المطلوب تقسيم مثلث $ا ب ج$ معلوم الى قسمين بمستقيم مواز لقاعدته بشرط أن
 تكون نسبتهما لبعضهما كنسبة عددين معلومين $م : هـ$

جواب ذلك أن نفرض أن
 مستقيم $هـ هـ هـ$ هو القاسم
 المطلوب فيكون المثلث $اوهـ$
 مناسبا لـ $ا ب ج$ والشكل
 $هـ هـ هـ$ مناسبا لـ $ا ب ج$
 فيثبت أن مستقيما موازيا للقاعدة
 المجهول $اوهـ = س$ من
 المثلثين $اوهـ$ و $ا ب ج$



المتشابهين ويحدث منهما

$$اوهـ = \frac{س}{هـ} = \frac{س}{هـ + م} \quad \text{أو} \quad \frac{س}{هـ + م} = \frac{س}{هـ}$$

$$\frac{س}{هـ + م} = \frac{س}{هـ} \quad \text{أو} \quad \frac{س}{هـ + م} = \frac{س}{هـ}$$

$$\frac{س}{هـ + م} = \frac{س}{هـ}$$

فلوحظ أن مقدار البعد $اوهـ = س$ على ضلع $ا$ بالابتداء من نقطة $ا$
 ورسمنا من نقطة $هـ$ مستقيما موازيا لقاعدة $ب ج$ لكان هو القاسم المطلوب
 (في)

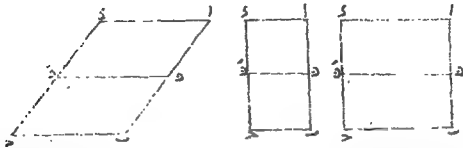
* (١٣٧) *

* (في تقسيم الشكل الرباعي) *

في تقسيم المربع والمستطيل ومتوازي الاضلاع

* (المسألة السابعة عشرة) *

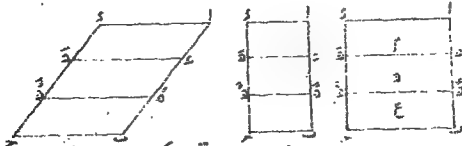
المطلوب تقسيم مربع $ا ب د هـ$ أو مستطيل $ا ب د هـ$ أو متوازي الاضلاع $ا ب د هـ$ الى قسمين متساويين بمستقيم مواز لضلعه $ا هـ$



جواب ذلك أن تقسم ضلعه $ا ب$ أو $د هـ$ بنقطة $و$ قسمين متساويين ونرسم منها مستقيم $و حـ$ موازيا للضلع $ا هـ$ فيكون هو القاسم المطلوب ويكون الشكل $و حـ د ب$ هو أحد القسمين والشكل $و حـ ا هـ$ هو القسم الثاني لأن قاعدة كل منهما واحدة وارتفاع كل منهما كذلك

* (المسألة الثامنة عشرة) *

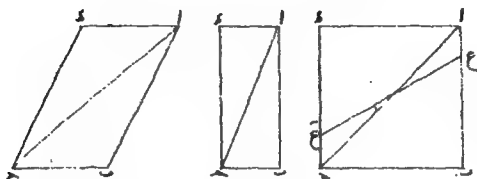
المطلوب تقسيم مربع $ا ب د هـ$ أو مستطيل $ا ب د هـ$ أو متوازي الاضلاع $ا ب د هـ$ الى قسمين مناسبين لكي يتبين معلومتين $م$ و $و$ أو الى ثلاثة أقسام مناسبة لثلاث كميات معلومات $م$ و $و$ و $ع$ بمستقيمين موازيين لأحد أضلاعها كالضلع $ا هـ$ مثلا



تذكره

(١٣٨)

جواب ذلك أن نقيم الضلع $اب$ الى قسمين مناسبين لكيمة $م$ و $هـ$ بقطة $و$
ونرسم فيها مستقيم $هـ و$ موازيا للضلع $ا$ فيكون $هـ$ والقاسم المطلوب أو تقسم
الضلع $اب$ المذكور الى ثلاثة أقسام مناسبة للكميات $م$ و $هـ$ و $ع$ ومن
تغطي التقاسيم نرسم مستقيمي $هـ و$ و $هـ و$ موازيين للضلع $ا$ فيكونان
القاسمين المطلوبين



(المسألة التاسعة عشرة)

المطلوب تقسيم مربع $اب د$ أو مستطيل $اب د$ أو متوازي الأضلاع
 $اب د$ الى قسمين متساويين بمستقيم يمر من إحدى زواياه $ا$ أو يمر من نقطة $ع$
مفروضة على أحد أضلاعه $اب$
جواب ذلك أولا أن نصل من زاوية $ا$ المثلثية $ا$ المقابلة لها القطر $ا د$ فيكون
هو القاسم المطلوب لأن المثلثين $ا ب د$ و $ا و د$ يكونان متساويين
ثانيا أن نأخذنا البعد $د ع$ مساويا للبعد $ا ع$ ثم نصل المستقيم $ع و$
فيكون هو القاسم المطلوب ويكون الشبهان المتحرران $ع ب د$ و $ع و د$
و $ا ع$ القسمين المتساويين المطلوبين لأن القاعدة المتوسطة لكل منهما
واحدة وارتفاعهما واحد أيضا

*(المسألة)

(١٢٩)

(المسألة العشرون)

المطلوب تقسيم مربع $اب$ $ح$ و $د$ الى قسمين متكافئتين بشرط أن يكون أحدهما مربعا ومحدد المركز مع المربع المعلوم

جواب ذلك أن نصل

قطري المربع $ا$

و $ب$ فينقاطمان

في نقطة $هـ$ فنرسم منها

مستقيم $هـ$ $ع$ موازيا

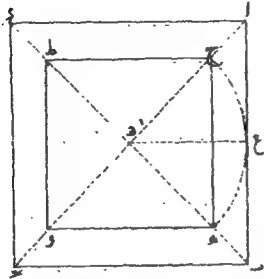
الى ضلع $ا$ ثم نجعل

نقطة $هـ$ مركزا ونصف

قطر $هـ$ $ع$ نرسم قوس

دائرة $ح$ $ع$ $هـ$ فالمستقيم

$ح$ $هـ$ الواصل بين نقطتي



تقاطع القوس بالقطرين يكون هو ضلع المربع المطلوب ونكمل رسم المربع

المطلوب برسم مستقيمين من نقطتي $هـ$ و $ح$ موازيين الى ضلع $ا$ $ب$ فيقطعان

القطرين في نقطتي $ط$ و $و$ وأخيرًا نصل الضلع $ط$ و فيكون الشكل $خ$ $هـ$ و $ط$

هو المربع المطلوب لأنه يحدث من المثلث $م$ $ح$ $هـ$ أن

$$\frac{م}{هـ} = \frac{م}{ح} + \frac{م}{هـ} = \frac{م}{ح}$$

$$\frac{م}{ح} = \frac{م}{هـ} = \frac{م}{ا}$$

$$\frac{م}{ح} = \frac{م}{هـ} = \frac{م}{ا}$$

$$\frac{م}{ح} = \frac{م}{هـ} = \frac{م}{ا}$$

(المسألة الحادية والعشرون)

المطلوب تقسيم مربع $اب$ $ح$ و $د$ معلوم الى قسمين متكافئتين بشرط أن يكون

* (١٤٠) *

أحد مامربا يرسم داخل المربع المعلوم وأضلاعها متوازية ويكونان متعديين في زاوية > كافي هذا الشكل

جواب ذلك أن نصل القطر ا > ونجعل نقطة > مركزا ونصنع قطر > ب

نرسم قوس دائرة يقطع القطر ا > في نقطة م فلونزلنا منها عمودي م ه و م ه

على ضلعي ب > و > و > محدث المربع ه م ه > المطلوب لأنه يحدث من الثلث

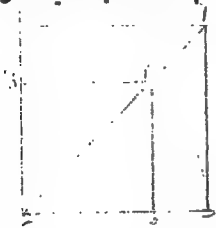
ج م ه أن

$$\frac{r}{a} + \frac{r}{m} = \frac{r}{b}$$

$$\frac{r}{a} = \frac{r}{b} - \frac{r}{m}$$

$$\frac{r}{a} = \frac{r}{b} - \frac{r}{m}$$

$$\frac{r}{a} = \frac{r}{b} - \frac{r}{m}$$



يعني ان نصف المربع المثلثي على ضلع ب > = للمربع المثلثي على ضلع ه >

* (تنبیه) *

إذا أردنا معرفة مقدار ضلع المربع > ه الذي هو نصف مساحة المربع المفروض

بواسطة الحساب نأخذ جذر نصف مساحة المربع المفروض فالناتج يكون هو

مقدار ضلع المربع المطلوب > ه

(في بيان تقسيم شبه المنحرف)

* (المسألة الثانية والعشرون) *

المطلوب تقسيم شبه المنحرف ا ب > و المعطى الى قسمين متكافئين بمستقيم وازي

لقاعدتيه المتوازيتين ا و ب >

جواب ذلك أن نمد ضلعيه ا ب و و > الغير متوازيين حتى يتلاقيا في نقطة ط

ثم نجعل مساحة مثلث ا ط و وإذا كان هناك مانع عن ممد ضلع ا ط أو ط و

فنستخرج مقدار الضلع و ط من هذا التناسب

ط و

(١٤١)

$$\begin{aligned} \text{أو} \quad ط ه : ط و : ط ز :: ا د : ب ج \\ \text{أو} \quad ط ه \times ط و + ط و \times ط ز = ط ب \times ط د \\ \text{أو} \quad ط ه \times ط ز = ط ب \times ط د - ط و \times ط ز \\ \text{أو} \quad ط ه \times ط ز = (ط ب - ط و) \times ط د \end{aligned}$$

$$\frac{ط ه \times ط ز}{ط ب - ط و} = ط د$$

وبمثل ذلك نستخرج مقدار الضلع

ا ط من هذا القانون

$$\frac{ط ا \times ا ب}{ط ا - ط ب} = ا ط$$

وبعد ذلك نستخرج مساحة المثلث

ا ط ه المعروفة أضلاعه الثلاثة من

هذا القانون

$$ا ط ه = \frac{1}{2} (ط ا - ط ب) (ط ا - ط ز) (ط ا - ط د)$$

وأخيرًا نعتبر أن مساحة المثلث ا ط ه مضافة لكل من القسمين لنستخرج مقدار

ط ه ولهذا يحدث أن

$$ط و ه : ط ب ج :: ط ه : ط د \quad \text{أو} \quad \frac{ط و ه}{ط ب} = \frac{ط ه}{ط د}$$

$$\frac{ط و ه \times ط د}{ط ب} = ط ه$$

$$\frac{ط و ه}{ط ب} \times ط د = ط ه$$

ثم نطرح من البعد ط ه مقدار البعد ط ه فيكون الباقي ه ه هو البعد

المطلوب فلواخذنا من نقطة ه مستقيم ه و موازيًا لى ب ج لكان

هو القاسم المطلوب

(١٤٢)

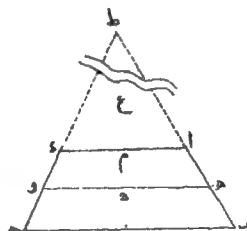
(المسألة الثالثة والعشرون)

المطلوب تقسيم شبه منحرف ا ب ح و معلوم الى قسمين مناسبتين لقيمتين معلومتين
م و ه بمستقيم مواز لقاعدتيه المتوازيين ا د و ب ح
جواب ذلك أن نغضلي ا ب و ح حتى يتلاقى نقطة ط ثم نجد مساحة
المثلث ا ط د الحادث كما تقدم ونبرهن مساحته بالرمز ع ثم نستخرج مقدار
البعد ط و من هذا التناسب

$$\text{ط و} : \text{ط ح} :: \frac{\text{ع}}{\text{ع} + \text{م} + \text{ه}} : \text{ا د}$$

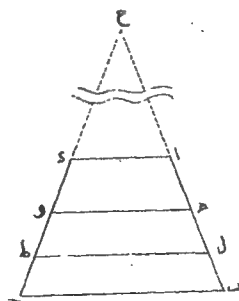
$$\frac{\text{ع} + \text{م}}{\text{ع} + \text{م} + \text{ه}} \text{ط ح} = \text{ط و}$$

ثم نطرح البعد ط د من البعد
ط و فيكون الباقي د و وحينئذ
لورسمنا من نقطة و مستقيم
و ه موازيا لقاعدة ا ب ح
لكان هو القاسم المطلوب



(المسألة الرابعة والعشرون)

المطلوب تقسيم شبه منحرف ا ب ح و
معلوم الى ثلاثة أقسام متكافئة
بمستقيمين موازيين لقاعدتيه
المتوازيين ا د و ب ح
جواب ذلك أن نفرض أن المستقيمين
القاسمين المطلوبين هما ط ل و و ه
ونغضلي ا ب و ح
ثم نستخرج مساحة المثلث ا ط ح
الحادث كما تقدم ثم نستخرج مقدار
البعد ط ح من هذا التناسب



(١٤٣)

$$\text{ب ح} : \text{د ل ح ط} :: \frac{\text{ط}}{\text{ح}} : \frac{\text{ط}}{\text{ح}} \quad \text{أو}$$

$$\left. \frac{\text{ط ح ط}}{\text{ب ح}} \right\} \text{ط ح} = \text{ط ح}$$

وبمثل ذلك نستخرج البعد و ح من هذا القانون

$$\left. \frac{\text{ح ه و ح}}{\text{ب ح}} \right\} \text{و ح} = \text{و ح}$$

وجئنا لقطعنا كلا من البعدين ط ح و و ح بالآلة دامن نقطة ح ورسمنا من نقطتي ط و و مستقيمين ط ل و و ه موازيين لقاعدة ب ح

لكاننا المستقيمين القاسمين المطلوبين

«السألة الخامسة والعشرون»

المطلوب تقسيم شبه منحرف ا ب ج د

و معلوم الى ثلاثة اقسام مناسبة

لثلاث كميات م و ه و ع

معلومات بخطين موازيين لقاعدتيه

المتوازيين

جواب ذلك أن نقرض أن المستقيمين

القاسمين هما ه و و ط ل

ونستخرج مساحة المثلث ا ب ج =

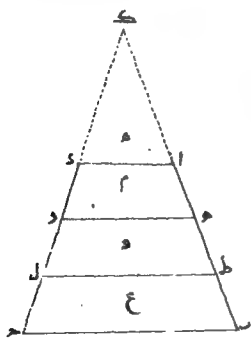
ه كما تقدم ونستخرج مقدار البعد

ك و من هذا التناسب

$$\text{ك} : \text{و} :: \frac{\text{ط}}{\text{و}} : \frac{\text{ط}}{\text{و}} \quad \text{أو} \quad \text{ك} : \text{و} :: \text{ه} + \text{م} + \text{ع} : \text{ه} + \text{م} + \text{ع}$$

$$(١) \quad \left. \frac{\text{ه} + \text{م}}{\text{ه} + \text{م} + \text{ع}} \right\} \text{ك} = \text{و}$$

وبمثل ذلك نستخرج مقدار البعد ك ل من هذا التناسب



(١٤٤)

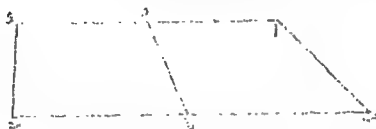
$$(٢) \quad \frac{ه + م + ه}{ع + ه + م + ه} \quad \text{ك} = \text{ل}$$

نخمنذلو قطننا كل من البعدين ك و و ل بالابتداء من نقطة ك ورسمنا
من النقطتين و و ل مستقيمين وه و ل ط موازيين لمساعدة ب و
لكاننا القامعين المطلوبين

(المسألة السادسة والعشرون)

المطلوب تقسيم شبه منحرف ا ب و د معلوم الى قسمين متكافئين بمستقيم يمر
بقاعدتيه المتوازيين

جواب ذلك ان نصف قاعدتيه المتوازيين ا د و ب و د بتقطعي ه و ه
ونصل مستقيم ه ه فيكون هو القامع المطلوب



لا نالو دمرنا بالمنحرف ع مساحة شبه المنحرف ه ه د د

وبالمنحرف ع مساحة شبه المنحرف ه ه ب ا

وبالمنحرف ر لاوتضاع شبه المنحرف ا ب و د محدث

$$\bar{ع} = \frac{1}{2} (ه + د) \quad \text{و}$$

$$\bar{ع} = \frac{1}{2} (ه + د) \quad \text{ر (لان } ه = د \text{ و } ه = د = ب ه ه لا)$$

وحيث ان الطرفين الاخيرين متساويان فيكون الطرفان الاولان كذلك يعني ان القسم

$$\bar{ع} = ع \quad \text{*(نتيجة)*}$$

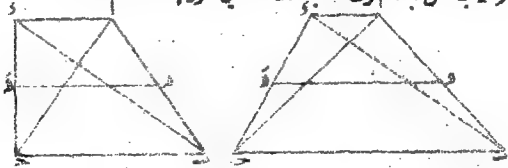
اذا قسمنا كلام من القاعدتين المتوازيين من شبه منحرف الى ثلاثة اقسام متساوية او
اكثر وصلنا بين نقط التقاسيم بمستقيمين او اكثر يتقسم الثلاثة اقسام متساوية او اكثر

(تلييه)

*(١٤٠)

(تلييه)

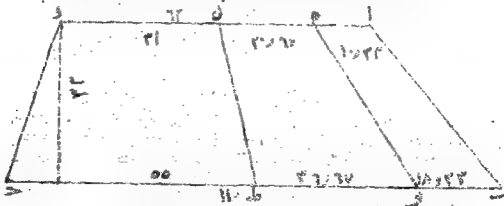
لنصفنا الضلعين الغير متوازيين ا ب و د > بتقطي ه و ف من شبه
المخرف ا ب د > ووصلنا بينهما المستقيم ه ف أو وصلنا احد قطري ا د
و ب من شبه المخرف ا ب د > اللذين صورتها هكذا



لكن كل من المستقيمان الواصلة غير قاسم شبه المخرف المفروض

(المسألة السابعة والعشرون)

المطلوب تقسيم شبه المخرف ا ب د > المعلوم الى ثلاثة أقسام مناسبة لثلاث كميات
معلومة م و ه و ع بمستقيمين يمران بين قاعدتيه المتوازيين
جواب ذلك أن نقسم كلامن قاعدتيه المتوازيين ا د و ب ح الى ثلاثة أقسام
مناسبة لثلاث كميات المعلومة بالنقط ه و ل و و و ط فالمستقيمان
ه و ل ط الواصلان بين نقط التقاسيم يكونان القاسمين المطلوبين



* (١٤٦) *

وأما إذا أردنا عمل التقسيم بواسطة الحساب فنستخرج أولاً مقدار بعد $ا هـ$ من هذا التناسب

$$ا هـ : ا س :: م : م + هـ + ع \quad \text{أو}$$

$$(١) \quad \frac{م \times س}{ع + هـ + م} = ا هـ$$

ثم نستخرج ثانياً مقدار البعد $ا ل$ من هذا التناسب

$$ا ل : ا س :: م + هـ : م + هـ + ع \quad \text{أو}$$

$$(٢) \quad \frac{(م + هـ) س}{ع + هـ + م} = ا ل$$

ونالناستخرج مقدار كل من البعدين $ب و$ و $ب ط$ كما تقدم وحينئذ لوصلنا مستقيمي $هـ و$ و $ل ط$ لكانا القاسمين المطلوبين

$$\text{وذلك لان} \quad \frac{ا هـ}{هـ} = \frac{ل}{ط} \quad \text{أو}$$

$$ا هـ : هـ :: ل : ط \quad \text{وكذا} \quad \frac{ا هـ}{هـ} = \frac{ب و}{و} \quad \text{وبالجمع يحدث}$$

$$ا هـ + ب و = ل + ط \quad \text{وبضرب الطرفين في} \quad \frac{ع}{هـ} \quad \text{يحدث}$$

$$\frac{ع}{هـ} (ا هـ + ب و) = \frac{ع}{هـ} (ل + ط) \quad \text{وبضرب الطرفين في} \quad هـ \quad \text{يحدث}$$

$$\frac{ع}{هـ} (ا هـ + ب و) = هـ (ل + ط) \quad \text{أو}$$

$$ا ب و هـ : هـ و ط ل :: م : هـ \quad \text{وبمثل ذلك يحدث}$$

$$هـ و ط ل : ل ط ح س :: ع : هـ \quad \text{ومن هذين التناسبين يحدث}$$

$$ا ب و هـ : هـ و ط ل : ل ط ح س :: م : هـ : ع$$

* (مثال) *

المطلوب تقسيم شبه منحرف مساحته ٢٨٢٨ متر مربعاً وقاعدته العليا ٦٢ متراً والسفلى ١١٠ متر وارتفاعه ٢٢ متراً إلى ثلاثة أقسام مناسبة لثلاث كميات معلومة

* (١٤٧) *

معلومة وهي $م = ١$ و $٥ = ٢$ و $٣ = ٤$ بمستقيمين يمران بين قاعدتيه المتوازيين
جواب ذلك أن نستخرج مقدار بعد $ا$ من قانون (١) بوضع المقادير المعلومة فيه فيجبت

$$١٠ ر ٣٣ = \frac{٦٢}{١} \text{ مترا}$$

ثم نستخرج مقدار البعد $ال$ من قانون (٢) بوضع المقادير المعلومة فيه فيجبت

$$١١ = \frac{(٢+١) ٦٢}{٣+٢+١} \text{ متر}$$

ثم نستخرج مقدار البعد $وب$ من قانون $وب = \frac{٢ \times ٣}{٤+٥+٣}$ أو

$$وب = \frac{١١}{١} = ١١ ر ٣٣ \text{ متر}$$

ثم نستخرج مقدار البعد $ب ط$ من قانون $ب ط = \frac{٥+٢}{٤+٥+٣}$ أو

$$ب ط = \frac{٣ \times ١١}{١} = ٣٣ \text{ مترا}$$

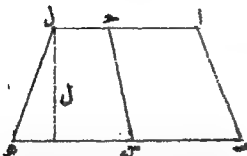
ثم نصل مستقيمي $هو و ل ط$ فيكونان القامعين المطلوبين ويكون مقدار القسم المناسب لـ $ك$ هو ٤٧٣ مترا وبما والقسم المناسب لـ $هـ$ هو ٩٤٦ مترا وبما والقسم المناسب لـ $ع$ هو ١٤١٩ مترا وبما ثم إن هذه المسألة تستعمل كثيرا في تعديل مساحة الاطيان

* (المسألة الثامنة والعشرون) *

المطلوب تقسيم شبه المخرف $ا ب$ $هـ ل$ المعلوم الى قسمين متكافئين بمستقيم يمر من نقطة $د$ معلومة على قاعدته $ال$

جواب ذلك أن نقرض ان المستقيم $د ح$ هو القامع المطلوب وان $ر$

ارتفاع شبه المخرف المعلوم وان $ح$ نصف مساحة شبه المخرف المعلوم وباعتبار ان شكل $ا ب د$ القمين المطلوبين هو شبه مخرف مساحته $ع$ معلومة وقاعدته



* (١٤٨) *

العلياح ل معلومة وارتفاعه م معلوم فنستخرج مقدار قاعدته السفلى م ه
المجهولة من هذا القانون

$$ع = (د + م) \times \frac{1}{2} \quad \text{أو}$$

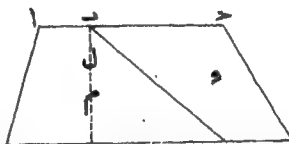
$$ع = د \times \frac{1}{2} + م \times \frac{1}{2} \quad \text{أو}$$

$$\frac{ع}{\frac{1}{2}} - د = م$$

وحيث انقطع مقدار البعد م ه من ابتداء نقطة ه ونصل المستقيم د م
فيكون هو القاسم المطلوب

* (المسألة التاسعة والعشرون) *

المطلوب تقسيم شبه
المخرف ا ح و ه المعلوم
الى قسمين مناسبين لكيتين
معلومتين م و ه
بحسب تقسيم يمر من نقطة ب
معلومة على قاعدته ا ح



جواب ذلك أن نفرض ان المستقيم ب م هو القاسم المطلوب وان م ارتفاع
شبه المخرف المعلوم وان ع مساحة شبه المخرف المعلوم المناسبة لكيتين
ثم نستخرج مقدار قاعدته السفلى م ه المجهولة من هذا القانون

$$ع = (ا + م) \times \frac{1}{2} \quad \text{أو}$$

$$م = \frac{ع}{\frac{1}{2}} - ا$$

ويمكن أيضا استخراج البعد المجهول م ه من هذا التناوب

$$\text{أو} \quad \frac{م}{ا + م} = \frac{ع}{ع + ع} = \frac{ا + م}{ا + د}$$

$$\text{أو} \quad \frac{م}{ا + م} = \frac{ع}{(ا + د) م} = \frac{ا + م}{ا + د}$$

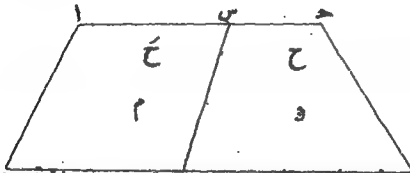
* (١٤٩) *

$$س هـ = \frac{م (١ + هـ + د)}{هـ + م} - ا ب$$

وجبت ذنق م مقدار البعد س هـ من ابتداء نقطة هـ ونصل المستقيم ب س فيكون هو القاسم المطلوب

* (المسألة الثلاثون) *

المطلوب تقسيم شبه المخرف ا ح د و العاوم الى قسمين مناسبتين الى م و هـ بمستقيم يمر بين قاعدتيه المتوازيين



جواب ذلك ان تقسم كل من قاعدتيه المتوازيين ا ح و د و الى قسمين مناسبتين للكميتين م و هـ العاومتين فتعد نقطتا س و ص فالمستقيم س ص الواصل بينهما يكون هو القاسم المطلوب

يعني ان $\frac{هـ}{م} = \frac{ح}{م}$ يفرض ان ح و ح المساحتين المتنابتين للكميتي هـ و م وذلك

$$\begin{aligned} \text{لأن } \frac{هـ}{م} &= \frac{ح}{م} \quad \text{أو } ح هـ = \frac{ا س هـ}{م} \quad \text{وأيضا} \\ \frac{هـ}{م} &= \frac{د هـ}{م} \quad \text{أو } د هـ = \frac{ا س د هـ}{م} \quad \text{وبالجمع يحدث} \\ \frac{هـ}{م} &= \frac{ح هـ + د هـ}{م} \quad \text{أو } ح هـ + د هـ = \frac{ا س (ح هـ + د هـ)}{م} \quad \text{أو} \end{aligned}$$

ولكن

فيكون

$$\begin{aligned} \frac{هـ}{م} &= \frac{ح هـ + د هـ}{ا س هـ + ا س د هـ} \\ \frac{هـ}{م} &= \frac{ح هـ + د هـ}{ا س هـ + ا س د هـ} \\ \frac{هـ}{م} &= \frac{ح}{ا س} \end{aligned}$$

* (١٥٠) *

(في بيان تقسيم الشكل المخرف)

* (المسألة المحادية والثلاثون) *

المطلوب تقسيم شكل مخرف $a > b$ معلوم الى قسمين بمستقيم يمر من نقطة ل

معلومة على ضلعه ab

بشرط أن تكون النسبة

بينهما كنسبة عددين

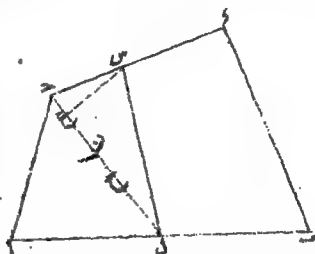
معلومين m و n

جواب ذلك أن نغرض

أن المستقيم $ل س$ هو

القاسم المطلوب وأن

$خ$ مساحة الشكل



ال $ل س >$ المعلوم المناسب لكي $خ$ ونصل المستقيم $ل س$ فيحدث مثلث

ال $خ$ فنعلم مساحته ونطرحها من مساحة $خ$ فنعلم مساحة مثلث $ل س$ الذي

هو باقي الطرح وحيث أن قاعدته $ل س$ معلومة فنتستخرج ارتفاعه $س ع$ من

هذا القانون

$$ل س > \frac{ل}{س} = \frac{ل}{س} \times س ع \quad \text{أو}$$

$$\frac{ل}{س} = ع \quad \frac{ل}{س} = ع$$

ولاجل تعيين موضع نقطة $س$ نقيم من أي نقطة من القاعدة $ل س$ عمودا عليها

يقدر $س ع$ ومن نهايته نرسم مستقيما موازيا لتلك القاعدة فيقطع ضلع $س$ و

في نقطة $س$ المطلوبة ويكون المستقيم من $ل$ الواصل منها الى النقطة المعلومة

$ل$ هو القاسم المطلوب

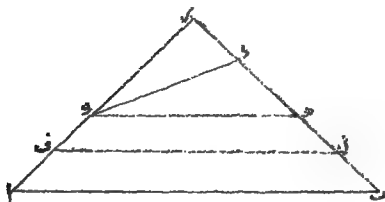
* (المسألة الثانية والثلاثون) *

المطلوب تقسيم شكل مخرف $ab >$ معلوم الى قسمين بمستقيم مواز ل احد

أضلاعه ab بشرط أن تكون مساحة أحدهما تساوي كمية معلومة

جواب

(١٥١)



جواب ذلك أن عند ضلعي د هـ و ا ح حتى يتلاقيا في نقطة س ونرسم من نقطة د مستقيما د هـ موازيا لالضلع ا ب ونستخرج مساحة المثلث الحادث هـ د س كما تقدم وايضا نستخرج مقدار الارتفاع د هـ ع وأما مقدار البعد س من المجهول فيستخرج من هذا التناسب

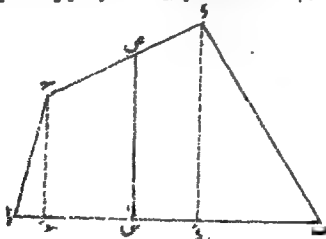
$$ا ب : ب : ل ف س :: \frac{د هـ}{س ع} : \frac{د هـ}{س هـ} \quad \text{أو}$$

$$س = \frac{ل ف س}{ا ب} \times س ع$$

وبعد ذلك نرسم من نقطة س مستقيما ل ف موازيا لالضلع ا ب فيكون هو القاسم المطلوب

(المسألة الثالثة والثلاثون)

المطلوب تقسيم شكل متصرف ا ب د ح معلوم الى قسمين مستقيمين عمودين على أحد أضلاعه ا ب بشرط أن تكون النسبة بينهما كنسبة كيتين معلومتين م و هـ



* (١٥٢) *

جواب ذلك أن نفرض أن المستقيم من ص هو القاسم المطلوب وأن الشكل
 ا س ص د هو مخصص كيسة م والشكل من ص ب مخصص كيسة ه
 ثم نزل العمود د د على القاعدة ا ب ونستخرج مساحة المثلث الحادث ا د د
 وعلى حسب منطوق المسألة يكون

$$ا د ص س : م :: ا د ب : م + ه$$

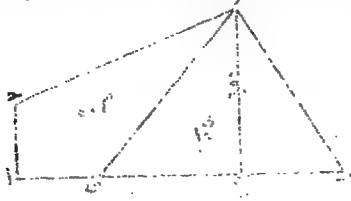
$$ا د ص س = \frac{ا د ب \times م}{م + ه} \quad \text{وطرح منك ا د د من الطرفين}$$

$$\text{يكون الباقي د د س ص} = \frac{ا د ب \times م}{م + ه} - ا د د = د د$$

ثم نزل العمود د د على القاعدة ا ب ونستخرج مساحة المثلث د ب د ثم فنسب
 عملية كالتقدمة ونطرح منها المثلث د ب د فيكون الباقي هو مقدار مساحة
 الشكل د د س ص = د د و بعد ذلك نؤل المسألة الى تقسيم شبه منحرف
 معلوم د د د الى قيمتين مناسبين لكتبتين معلومتين د د و د ب مستقيم
 مواز لقاعدتيه المتوازيين (وتقسم ذلك كما تقدم في المسألة الثالثة والعشرين)

* (المسألة الرابعة والثلاثون) *

المطلوب تقسيم شكل منحرف ا ب د د معلوم الى قيمتين بمستقيم يمر من إحدى زواياه
 د بشرط أن تكون النسبة بينهما كالنسبة بين عددين معلومين م و ه



جواب

* (١٠٢) *

جواب ذلك أن نقرض أن المستقيم $س$ هو القاسم المطلوب ونزل الارتفاع $ع$ على القاعدة $ا ب$ ونستخرج مساحة المثلث $س ب$ $ع$ بالنسبة لكية $هـ$ من هذا التناسب

$$س ب : ع :: ا ب : م + هـ \quad \text{أو}$$

$$(١) \quad \frac{س ب \times ا ب}{هـ + م} = س ب$$

ثم نستخرج مقدار القاعدة $ب س$ المجهولة للمثلث $ب س$ من هذا القانون

$$(٢) \quad \frac{س ب}{ع} = \frac{س ب}{ع} \quad \frac{س ب}{ع} = \frac{س ب}{ع}$$

وبعد تعيين موضع نقطة $س$ بهذا القانون (٢) نصل منها إلى نقطة $ع$ بالمستقيم $س$ فيكون هو القاسم المطلوب

(ولنطبق هذه المسألة على مثال فنقول)

إذا فرضنا أن مساحة الشكل المخرف $ا ب$ $ع$ $ب = ٢٢٠٠$ و $ع = ٢٨$ وإن $ا ب = ٤٠$ مترا و $هـ = ٣$ و $م = ١$ والمطلوب تقسيم هذا الشكل بمستقيم يمر من زاوية $ع$

جواب ذلك أن نستخرج أولا مقدار مساحة المثلث $ب س$ $ع$ من قانون (١) فيؤول إلى

$$س ب = \frac{٢٢٠٠ \times ٣}{٣ + ١} = \frac{٦٦٠٠}{٤} = ١٦٥٠$$

ونستخرج تابعا مقدار القاعدة $ب س$ المجهولة من قانون (٢) فيعد وضع المقدار المعلومة فيه يؤل إلى

$$ب س = \frac{٢٢٠٠}{٤} = ٢٣٧$$

يعني نأخذ بعد مقداره ٢٣٧ مترا من ابتداء نقطة $ب$ على القاعدة $ا ب$ فيعين موضع نقطة $س$ ويكون المستقيم $س$ الواصل منها إلى نقطة $ع$ المعلومة هو القاسم المطلوب

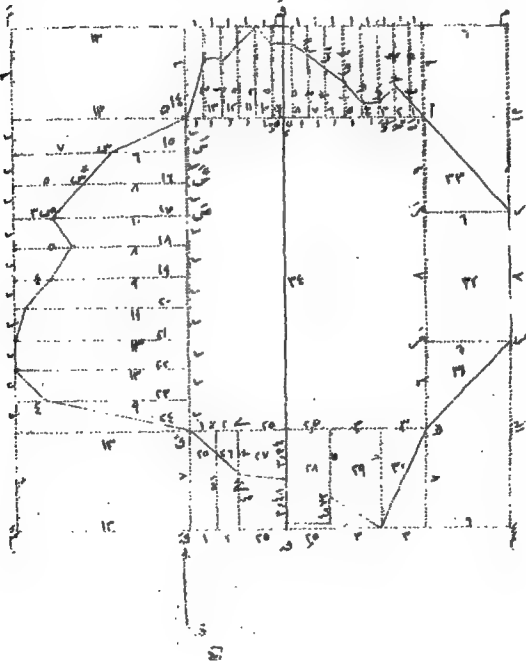
تفكره

* (١٥٤) *

(في بيان طريقة أخذ مساحة قطعة أرض)

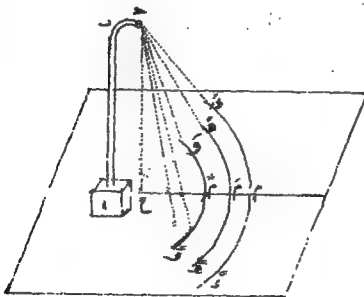
* (المسألة الخامسة والثلاثون) *

المطلوب تقسيم قطعة أرض $ا ب ح د ه و ز ح ط ع$ الخ إلى قسمين متكافئين يستقيم موجود في مستوى الزوال أي متجه من الشمال إلى الجنوب وليكن $و ق$ وهذه القطعة بمجهولة المساحة وحدودها مركبة من خطوط منحنية وخطوط منكسرة كافي هذا الشكل



* (١٠٠) *

جواب ذلك أن نعين أولاً خط نصف النهار
ولنبين كيفية رسم خط نصف النهار بطريقة الظلال المتساوية أو بواسطة الارتفاعات
المتطابقة للشمس فنقول هناك طرق عديدة لرسم خط نصف النهار بعضها بالرسم وبعضها
بالحساب غير أن أبسطها هي الطريقة المعروفة بطريقة الارتفاعات المتطابقة وهي مبنية على
هذا الاعتبار البسيط وهو أن كلام من النجوم يرسم بحركته اليومية دائرة مودية على محور
العالم الواصل بين القطبين وأن مستوى نصف النهار يقسم تلك الدائرة إلى قسمين متساويين
بحيث إذا شغل الكوكب من هذه الدائرة وضعين مرتفعين عن الأفق بارتفاع واحد
أحدهما قبل الزوال والآخر بعده فحينئذ يكون بعدهما الكوكب عن مستوى نصف
النهار واحداً وهذا الاعتبار يمكن تطبيقه على الشمس أيضاً ومن حيث أن ارتفاع
الشمس يعلم بطول الظل الذي يخلقه على الأفق فيسجل بواسطة الظلال أن نرصد
الارتفاعات المتطابقة للشمس لأجل الحصول على خط الزوال المطلوب بالتقريب الكافي
وكيفية ذلك هي أن نلصق على قطعة البلشيط مثلاً أو غيرهما قرع من الورق ثم نوضع
البلشيط في محصل مكشوف للشمس وبعد جعل القطعة أفقية يثبت في وسطها ساق
معدني α ب رأسه الوضع ارتفاعه فوق القطعة من 2 ر. إلى 20 ر. وحامل
في طرفيه الأعلى قطعة رفيعة من الخحاس الأصغر موازية لسطح القطعة وبمركزها ثقب
صغير - قطر من 3 ر. إلى 4 ر. ميلتر ثم نسطح مركز هذا الثقب على



سطح القطعة في نقطة γ ثم
نجعلها مركزاً ونرسم أربع
دوائر أو خمسة متباعدة عن
بعضها بعداً موافقاً ثم بعد
ذلك ينظر الراصد قبل
الزوال وكما تقابلت الحزمة
الضوئية المارة من الثقب
مع إحدى الدوائر علم بسن
القلم الرصاص نقطة
المتقابل وبذلك تحدد

النقط ؤ وه و و . . . الخ ثم ينظر الراصد بعد الزوال فتأتي الخزمة الضوئية لتقابل الدوائر أخرى من الجهة الشرقية حينئذ يعلم تقابل بالقلم الرصاص كما

سبق ثم بعد ذلك تنصف كلا من الأقواس بنقطة فتحدث النقط م م و م و م و . . . الخ

فاذا كانت العملية مضبوطة تكون نقط م م و م و م و م و . . . الخ على مستقيم واحد مار بنقطة خ مسقط الثقب وحينئذ ترسم هذا الخط على الورق فيكون هو خط نصف النهار المطلوب

ولاجل وضعه على الأرض تطبق عليه مسطرة اللداد ونقرس شاخصين في الأرض على اتجاه خط البصر أحدهما جهة الشمال والاخر جهة الجنوب بحيث يكون كل منهما متباعدان عن البلشيطه بقدر ٥٠ أو ٦٠ مترا فالمستقيم الواصل بين الشاخصين

يكون هو خط نصف النهار المطلوب المرموز له بحرفي و و

ولاجل ضبط العملية ينبغي بعد جعل البلشيطه أفقية تثبيتها بحيث لا يتحمل وضعها مدة العملية وإن نصب فوقها خمسة لمخفظها من حرارة الشمس في الوقت الكائن بين الرصدين وينبغي أن لا يكون يوم العملية شديد الهواء ولا الغمام

وانذا كان الاقليم الجارى فيه العمل به رصد خاتمة يعلم منها الانحرافات اليومية للمغناطيس يمكن الاستغناء عن عملية الارصاد المتقدمة التي تستغرق بالاقل يوما كاملا بواسطة توجيه الخريطة بواسطة البوصله على حسب انحراف المغناطيس عن خط نصف النهار

وخط نصف النهار له منافع كثيرة في انشاء الخريط وفي السفر برا وبحرا وفي وضع وجهة العارات ومحاريب الجوامع وغير ذلك

وبعد تعيين اتجاه خط نصف النهار و و نستخرج مساحة قطعة الأرض المقروضة بأن نجزءه مغضيات حدودها الى اجزاء صغيرة جدا بشرط أن تكون مستقيمت ونضع شاخص في نهايات الاجزاء المستقيمة ا ب و د و ه الخ ونبتخص القاعدة ا ه

بشرط أن تكون عمودية على خط و و ونزل عليها الامدة ب ب و د و د و د و . . . الخ بالثلث المساح المضبوط ونقيس الابعاد الافقية والراسية بالمتر ونرسم

مقاديرها

ملاحظات	اسم الشكل	نمر المساحة	قاعدته			ارتفاعه	مساحة	اجمالي مساحة
			ثانية	اولى	متوسطة			
جميع قطعة الارض منتهية	مثلث	١٤	٠	٤	٢	١	٢٠٠٠	٤٤
	شرحه	١٥	٠	٦	٣	٢	٦٠٠٠	
	شبه منحرف	١٦	٦	٨	٧	٢	١٤٠٠٠	
	شرحه	١٧	٨	١٠	٩	٢	١٨٠٠٠	
	شبه	١٨	١٠	٨	٩	٢	١٨٠٠٠	
	شرحه	١٩	٨	٩	٨,٥	٢	١٧٠٠٠	
	شرحه	٢٠	٩	١١	١٠	٢	٢٠٠٠٠	
	شبه منحرف	٢١	١١	١٣	١٢	٢	٢٤٠٠٠	
	مستطيل	٢٢	٠	٠	١٣	٢	٢٦٠٠٠	
	شبه	٢٣	١٣	٩	١١	٢	٢٢٠٠٠	
	مثلث	٢٤	٠	٢	١	٨	٩٠٠٠	
	شرحه	٢٥	٠	١	٠,٥	١	٠,٥٠٠	
	شبه	٢٦	١	٣	٢	٢	٤٠٠٠	
	شرحه	٢٧	٣	٣,٥	٢,١٢	٢,٥	٧,٨٠٠	
	مستطيل	٢٨	٠	٠	٦,٧٢	٢,٥	١٦,٨٠٠	
	شبه	٢٩	٥	٧	٦	٣	١٨٠٠٠	
مثلث	٣٠	٠	٧	٣,٥	٣	١٠,٥٠٠		
شرحه	٣١	٠	٦	٣	٦	١٨٠٠٠		
مستطيل	٣٢	٠	٠	٦	٨	٤٨٠٠٠		
مثلث	٣٣	٠	٦	٣	٦	١٨٠٠٠		
مستطيل	٣٤	٠	٠	١٤	٢٠	٢٨٠,٠٠٠		
مساحة قطعة الارض								٢٢٩,٦٠٠

(١٥٩)

وأخيرا ضرب القاعدة المتوسطة في الارتفاع لكل مساحة ونضع حاصل الضرب في خانة السطح الموافقة للقاعدة والارتفاع المذكورين وحاصل جمع السطحات ٢٢٦٣٩,٦ يكون هو مساحة قطعة الأرض المطلوبة ثم نرمز لنصفها ١١٣١٩,٨ مبرا بالحرف هـ وتأخذ من الشكل مساح من جهة اليمين أو اليسار بمقدار كية هـ تقريبا وأما الفرق فلا بد أن يكون شكله مثلثيا أو رباعيا فنستخرج مقدار قاعدته أو ارتفاعه المجهول بمقتضى القواعد المتقدمة وبالاتها نرمز المستقيم القاسم المطلوب منه

(ثانيه)

الطريقة السهلة لحساب مساحة الأربع عشر مساحة التي فوق القاعدة ا هـ دفعة واحدة بدلا تكرار عملية الضرب ١٤ مرة هي ان نقسم هذه القاعدة الى أربعة عشر جزءا متساوية ونرمز لاحدها بالرمز ع = ا بشرط أن يكون كل جزء من مخفيات الحدود مستقيما كما تقدم ثم نرمز بالرمز م لمجموع مساحة الأربع عشر مساحة ومقدار م يستخرج بضرب أحد الأقسام المتساوية ع في حاصل جمع الارتفاعات والقانون العمومي هو

$$م = ع (١ + ٢ + ٣ + ٤ + ٥ + ٦ + ٧ + ٨ + ٩ + ١٠ + ١١ + ١٢ + ١٣)$$

ولنطبق هذا القانون على حساب الأربع عشر مساحة الموجودة في الجدول المتقدم ولذلك نضع في هذا القانون الأرقام بدل الرموز فيؤلى

$$م = ١ (١ + ٢ + ٣ + ٤ + ٥ + ٦ + ٧ + ٨ + ٩ + ١٠ + ١١ + ١٢ + ١٣) = ٩١$$

وإذا كانت قطعة الأرض المتقدمة لا يمكن الدخول فيها بسبب مانع ما فقصمها

في داخل المستطيل م م م ثم فعمل كل ضلع من أضلاع قاعدة وتنزل عليها أربعة من النقط و و و و م م ثم نطرح مجموع المساح المحاذية من مساحة

المستطيل م م م فيكون باقي الطريق مقدار مساحة قطعة الأرض المطلوبة

* (١٦٥) *

* (في مساحة الاشكال الهندسية) *

* (في بيان مساحة الاشكال المستوية) *

* (بند ١) *

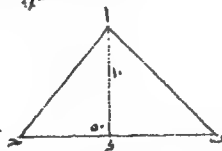
مساحة أى مثلث تساوى نصف

حاصل ضرب قاعدته في ارتفاعه

مثلا اذا فرضنا في المثلث ا ب ج ان

القاعدة ب ج = ٥٠ مترا

والارتفاع ا د = ١٠ أمتار



تكون مساحته $= \frac{10 \times 50}{2} = 250$ وإذا كان الارتفاع ا د مجهولا

فيسفخرج بعدموقعه وهو د من هذا القانون

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c} \quad \text{أو} \quad \frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c}$$

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c} \Rightarrow \frac{1}{a} = \frac{1}{50} + \frac{1}{10} = \frac{1+5}{50} = \frac{6}{50}$$

ثم نستخرج الارتفاع ا د من هذا القانون

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c} \Rightarrow \frac{1}{10} = \frac{1}{50} + \frac{1}{c} \Rightarrow \frac{1}{c} = \frac{1}{10} - \frac{1}{50} = \frac{5-1}{50} = \frac{4}{50}$$

* (بند ٢) *

مساحة المثلث المعروفة أضلاعه الثلاث تساوى جلد نصف مجموع أضلاعه مضروبا

في نصف مجموع أضلاعه ناقصا الضلع الاول مضروبا في نصف مجموع أضلاعه ناقصا

الضلع الثاني مضروبا في نصف مجموع أضلاعه ناقصا الضلع الثالث

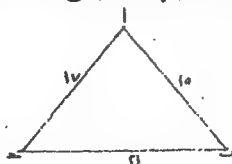
مثلا اذا فرضنا في المثلث ا ب ج

ان الضلع ا ب = ١٥ مترا

والضلع ا ج = ١٧ مترا والضلع

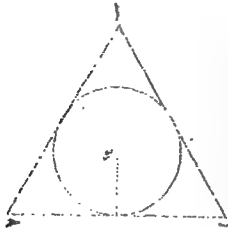
ب ج = ٢١ مترا فتكون

مساحته



* (١٦١) *

أو مساحته = $\frac{26,5 (10 - 26,5) (17 - 26,5) (21 - 26,5)}{4}$
 أو مساحته = $\frac{0,5 \times 9,5 \times 11,5 \times 26,5}{4}$
 أو مساحته = $\frac{15923,1875}{4}$
 مساحته = $126,187$ مترا مربعا

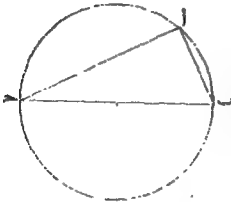


* (بند ٣) *

مساحة المثلث المرسوم خارج الدائرة
 تساوي نصف مجموع أضلاعه مضروبا
 في نصف قطر الدائرة المرسومة داخله
 مثلا في المثلث ا ب ج المرسوم خارج
 الدائرة التي نصف قطرها = ١٦ مترا
 اذا فرضنا ان ضلعه ا ب = ٣٠ مترا
 وضلعه ا ج = ٣٥ مترا وضلعه
 ب ج = ٥٥ مترا فتكون

مساحته = $\frac{1}{2} (30 + 35 + 55) \times 16$
 أو مساحته = ٩٦٠ مترا مربعا

* (بند ٤) *



مساحة المثلث المرسوم داخل الدائرة
 تساوي حاصل ضرب أضلاعه الثلاثة
 في بعضها مقسوما على ضعف قطر الدائرة
 المرسومة خارجه

مثلا اذا فرضنا في المثلث ا ب ج المرسوم
 داخل الدائرة التي نصف قطرها ٢,٥ م ان الضلع ا ب = ٣ م وان الضلع
 ا ج = ٤ م والضلع ب ج = ٥ م فتكون
 مساحته = $\frac{3 \times 4 \times 5}{2 \times 2,5}$ أو $\frac{30}{5}$
 مساحته = ٦ م

تذكر

* (١٦٢) *

* (بند ٥) *

مساحة المستطيل تساوي حاصل ضرب قاعدته في ارتفاعه

مثلاً إذا فرضنا في المستطيل $a = 100$ وارتفاعه $s = 10$ فتكون

مساحته $100 \times 10 = 1000$



ومساحة متوازي الاضلاع والمعين كساحة المستطيل

* (بند ٦) *

مساحة المربع تساوي تربيع أحد أضلاعه

مثلاً إذا فرضنا في المربع $a = 100$ فتكون

أضلاعه $a = 100$ فتكون

مساحته $100 \times 100 = 10000$ متر مربع



* (بند ٧) *

مساحة شبه المخرف تساوي نصف مجموع القاعدتين المتوازيتين مضروباً في الارتفاع

مثلاً إذا فرضنا في شبه المخرف $a = 100$ وارتفاعه $s = 10$ فتكون

مساحته $100 \times 10 = 1000$

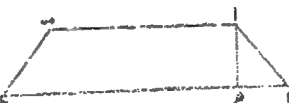
مساحته $100 \times 10 = 1000$

مساحته $100 \times 10 = 1000$

مساحته $100 \times 10 = 1000$

مساحته $100 \times 10 = 1000$

مساحته $100 \times 10 = 1000$



* (بند ٨) *

مساحة المخرف تساوي حاصل ضرب قطره في نصف مجموع الجوانب النازلين من

الزاويتين المتقابلتين على هذا القطر

مثلاً

* (١٦٣) *



مثلاً إذا فرضنا في المثلث abc

أن قطره $a = ٨٤$ م

والجود $b = ٢٨$ م

الجد $c = ٢١$ م فتكون

$$= \frac{(٢٨+٢١)}{٢} \times ٨٤ =$$

مساحته ٢٠٥٨ متر مربعاً

* (بند ٩) *

مساحة أى مضلع منتظم تساوى

حاصل ضرب محيطه فى ربع قطر

الدائرة المرسومة داخله

(محيطه = حاصل ضرب عدد

أضلاعه فى أحدها)

مثلاً إذا فرضنا فى المسدس

المنتظم abc أن

ضلعه $a = ١٢$ م

ونصف قطر الدائرة المرسومة

داخله ١٠ و ٣٩٢ م

$$\text{فتكون مساحته} = \frac{١٠ \times ٣٩٢}{٢} \times ٦ \times ١٢$$

مساحته $= ١١٢ \times ٣٧٤$ م

أو مساحته تساوى نصف محيطه مضروباً فى نصف قطر الدائرة المرسومة داخله

$$\text{يعنى} ١١٢ \times ٣٦ = ٣٧٤ \text{ و } ١٠$$

وإذا كان نصف قطر الدائرة المرسومة داخل الشكل المنتظم مجهولاً فاستخرج مقداره

من هذا القانون

$$\text{نق} = \frac{٢}{٤} - \frac{٢}{٤}$$

* (١٦٤) *

الذى فيه نقي نصف قطر الدائرة المرسومة داخل الشكل ونقي نصف قطر الدائرة المرسومة خارجه وضم ضلع الشكل وبوضع الفروضات المتقدمة في القانون المذكور نجد

$$\text{نق}^2 = 12^2 - \frac{12^2}{4} = 108 \quad \text{أو}$$

$$\text{نق} = \sqrt{108} = 10.8, 392$$

* (طريقة سهلة لإيجاد مساحة المثلث المنتظم) *

وهي ان تضرب مربع ضلعه في هذا العدد ٠.٩٨ و ٢ وياجاء ذلك على الفروض

$$\text{المتقدمة نجد مساحة المثلث الذي ضلعه } 12 = 12 \times 0.98 \times 2 = 23.52$$

و ٣٧٤ متر مربعاً

* (بند ١٠) *

مساحة أى مثلث منتظم تساوى حاصل ضرب محيطه في جذر أربعة أمثال مربع نصف قطر الدائرة المرسومة خارجه ناقصاً بمربع ضلعه مقسوماً على ذلك على أربعة أضعاف

$$\text{نق}^2 = \frac{4 \times 12^2 - 12^2}{4}$$

وهنا سـ مساحة المثلث و ع عدد أضلاعه و ا طول أحدها و نقي نصف قطر الدائرة المرسومة عليه

وبوضع الفروضات المتقدمة في بند ٩ بهذا القانون نجد

$$\text{نق}^2 = \frac{4 \times 12^2 - 12^2}{4} = \frac{432 - 144}{4} = \frac{288}{4} = 72$$

$$\text{نق} = \sqrt{72} = 8.485, 374$$

* (ملحوظة) *

تتعلق بالارتباط الواقع بين ضلع الشكل المنتظم ونصف قطر الدائرة المرسومة عليه وذلك مما يحتاج إليه كثيراً في الأشغال

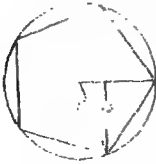
أولاً نسبة ضلع المثلث المنتظم المرسوم في الدائرة لنصف قطرها كنسبة ٢ : ١

ثانياً نسبة ضلع المربع المرسوم في الدائرة لنصف قطرها كنسبة ٢ : ١

ثالثاً

* (١٦٥) *

ثالثا ضلع الخمس المنتظم المرسوم في الدائرة يساوي حاصل ضرب نصف قطرها في هذا العدد ١٧٥٥، ١ تقريبا



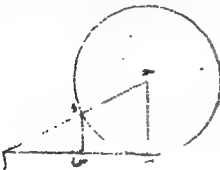
وضلع الخمس المنتظم المرسوم في الدائرة هو وتر مثل قائم الزاوية أحده ضلعا نصف

قطرها والاخر ضلع المعثر

رابعا ضلع السدس المنتظم المرسوم في الدائرة يساوي نصف قطرها

خامسا ضلع المعثر المنتظم المرسوم في الدائرة يساوي القسم الاكبر من نصف قطرها اذا قسم قطعة ذات وسط و طرفين أو يساوي حاصل ضرب نصف قطرها في هذا العدد ٦١٢، ٠ تقريبا

وأما الطريقة الرسمية لقسمة مستقيم a الى قسمة ذات وسط وطرفين فهي ان نقيم من نهايته ب عمود b بقدر نصفه ونجعله $\frac{1}{2}$ قطرا ونرسم دائرة



ثم نصل المستقيم a

فيقطع المحيط في نقطة c

فاذا أخذنا $ac = a$

كان ac هو القسم

الاكبر و cb هو

القسم الاصغر

* (بند ١١) *

مساحة أي شكل غير

منتظم مهما كانت حدوده تستخرج كما تقدم في المسألة الخامسة والثلاثين من تقسيم السطوح

* (بيان مساحة السطوح المستديرة) *

(في مساحة الدائرة وأجزائها)

* (بند ١٢) *

* (مساحة الدائرة) *

* (١٦٦) *

لمصرحات الدائرة ومحيطها نضع هذين القانونين الاصلين

$$\text{ط} = ٣,١٤١٦ \text{ تقريبا} = \frac{\text{المحيط}}{٢ \text{ نق}} \quad (١) \text{ و}$$

$$\text{ط} = ٣,١٤١٦ \text{ تقريبا} = \frac{s}{\text{نق}} \quad (٢)$$

بالرمز بحرف s لمساحة الدائرة

فن قانون (١) نستخرج نصف قطر الدائرة نق متى علمنا محيطها يعني

$$\text{نق} = \frac{\text{المحيط}}{٣,١٤١٦ \times ٢} \quad (٣)$$

ومنه أيضا نستخرج محيط الدائرة متى علمنا قطرها يعني المحيط = $٢ \text{ نق} \times ٣,١٤١٦$

تقريبا (٤)

وأما من قانون (٢) فنستخرج منه مساحة الدائرة متى علمنا نصف قطرها يعني

$$s = ٢ \text{ نق} \times ٣,١٤١٦ \quad (٥)$$

ومنه أيضا نستخرج نصف قطر الدائرة متى علمنا مساحتها يعني

$$\text{نق} = \frac{\sqrt{s}}{٣,١٤١٦} \quad (٦)$$

ولنوضح الاربعه قوانين (٣) و (٤) و (٥) و (٦) المتقدمة المستخرجة

من القانونين (١) و (٢) الاصلين بأربعة مسائل فنقول

* (المسألة الاولى) *

المطلوب معرفة نصف قطر الدائرة التي محيطها ١٦ و ٣١٤ م

جواب ذلك ان نضع مقدار المحيط ١٦ و ٣١٤ م في قانون (٣) فيقول الى

$$\text{نق} = \frac{٣١٤,١٦}{٦,٢٨٣٢} = \frac{٢٣١٤,١٦}{٣,١٤١٦ \times ٢}$$

يعني ان نصف قطر الدائرة يساوي خارج قسمة محيطها على ضعف النسبة

المسألة

* (١٦٧) *

* (المسألة الثانية) *

المطلوب معرفة محيط الدائرة التي نصف قطرها ٥٠ م
جواب ذلك أن نضع مقدار نصف القطر ٥٠ م في قانون (٤) فيؤل إلى
المحيط $= ٢ \times ٥٠ \times ٣,١٤١٦ = ٣١٤,١٦$ م
يعني أن محيط الدائرة يساوي قطرها مضروباً في النسبة

* (المسألة الثالثة) *

المطلوب معرفة مساحة الدائرة التي نصف قطرها ٥٠ ميتر
جواب ذلك أن نضع مقدار نصف القطر ٥٠ م في قانون (٥) فيؤل إلى
 $٥٠ \times ٣,١٤١٦ \times ٧٨٥٤ = ١٢٤١٦٠٠$ م
يعني أن مساحة الدائرة تساوي مربع نصف قطرها مضروباً في النسبة بين المحيط
والقطر

* (المسألة الرابعة) *

المطلوب معرفة نصف قطر الدائرة التي مساحتها ٧٨٥٤ م
جواب ذلك أن نضع مقدار مساحة الدائرة وهو ٧٨٥٤ م في قانون (٦) فيؤل إلى

$$\text{نق} = \sqrt{\frac{٧٨٥٤}{٣,١٤١٦}} = ٥٠$$

يعني أن نصف قطر الدائرة يساوي جذر خارج قسمة مساحتها على النسبة
وأيضاً مساحة الدائرة تساوي نصف المحيط مضروباً في نصف القطر
وبوضع الفرض المتقدم نجد

$$٥٠ \times ٣,١٤١٦ \times ١٠٠ = ١٥٧٠٨$$

وأيضاً مساحة الدائرة تساوي مربع قطرها مضروباً في ربع النسبة يعني

$$٥٠ \times ٥٠ \times ١٠٠ = ٥٠٠٠٠$$

* (بند ١٣) *

مساحة قطاع الدائرة يساوي حاصل ضرب قوسه في ربع قطر دائرته يعني

(١)

$$\text{مساحة القطاع} = \text{قوسه} \times \frac{\text{نق}}{٢}$$

* (١٦٨) *

المطلوب إيجاد مساحة قطاع دائرة طول قوسه ٢٦٤ م

ونصف قطره ٢٥ م

جواب ذلك ان نضع المقادير المفروضة في قانون (١)

فيؤول الى مساحة القطاع $= \frac{r}{2} \times \theta = \frac{25}{2} \times 264 = 3300 \text{ م}^2$

وأما اذا كان طول القوس غير معلوم بالامتار بل معلوم

بالدرج فنحول الدرجه الى أمتار بهذا التناسب

القوس : محيط الدائرة :: درج القوس : ٣٦٠ أو

$$\text{القوس} = \frac{\text{المحيط} \times \text{درج القوس}}{360} \dots \dots \dots (2)$$

* (مسألة) *

المطلوب إيجاد مساحة قطاع دائرة قوسه ٦٠°

ونصف قطره ١٢ م

جواب ذلك ان نستخرج أولاً مقدار محيط

الدائرة التي نصف قطرها ١٢ م قانون

(٤) بند ١٢

فبعد وضع المقادير فيه يؤل الى ان المحيط $= 2\pi r$

$\times 12 \times 3.1416 = 235.617 \text{ م}$ تقريباً أو

المحيط $= 398, 270$

ونحول ثانية درج القوس المعلوم ٦٠ الى أمتار بقانون (٢) فيعد وضع المقادير فيه

يؤول الى

$$\text{القوس} = \frac{398, 270 \times 60}{360} \text{ أو}$$

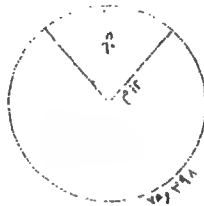
القوس $= 65, 86 \text{ م}$

ونالناستخرج مساحة القطاع من قانون (١) فيعد وضع المقادير فيه يؤل الى

مساحة القطاع $= \frac{r}{2} \times \theta = \frac{12}{2} \times 65, 86$

مساحة القطاع $= 393, 72 \text{ م}^2$

* (بند)



* (١٦٩) *

* (بند ١٤) *



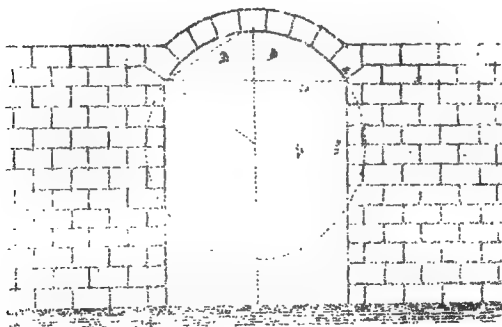
مساحة قطعة الدائرة $ا د و$ تساوي
التفاضل بين مساحة القطاع $ا ب و$
ومساحة المثلث $ا ب د$ فإذا فرضنا ان $س$
سطح القطعة المطلوب $و ب$ سطح القطاع $و م$
سطح المثلث $يحدث$

سنة $س = و - م$ (١)

وحيث تقدم مقدار مساحة القطاع في بند ١٢

ومساحة المثلث في بند ١ فلاحاجة لتطبيق على هذا القانون

وكثيرا ما يطلب في العمارة حساب مساحة عقد شكل قطاعه قطعة دائرة لا يعلم
منها الا وترها ومسحها وطول قوسها ويكون المجهول قطر دائرتها المؤسس عليه قانون
مساحة قطعة الدائرة ففي هذه الحالة نستخرج القطر $و$ من هذا التناسب



(١٧٠)

ه : ت : ب : ح : د : هـ - و

(٢)

$$\frac{ت + ح}{ه} = و$$

يعني ان القطر يساوي خارج قسمة مربع نصف الوتر ت مضافا اليه مربع السهم هـ على السهم هـ ومنه نستخرج نصف الوتر ت متى علمنا السهم هـ والقطر فنجيد

(٣)

$$ت = و \times ه - ح$$

ومنه نستخرج أيضا السهم هـ متى علمنا القطر ونصف الوتر فنجيد

(٤)

$$ه = و \frac{1}{4} + ح \frac{1}{4} - ت \frac{1}{4}$$

(تنبيه)

متى أمكن قياس القوس بواسطة لف الشريط المقسم أمثارا على أجزاء مضمي العقد يسهل عمل حسابات كثيرة

(٥)

$$\frac{ت - ح - و}{٣} = \text{القوس}$$

يعلم منه طول القوس

يعني ان مقدار القوس يساوي خارج قسمة ثمانية أمثال وتر نصفه ناقصا وتره على ثلاثة

(مسألة)

المطلوب معرفة مساحة قطعة دائرة سهمها ٨ م ونصف وترها ١٢ م وطول قوسها

٣٠، ٤٥

جواب ذلك ان تستخرج أولا قطرها بوضع المقادير المعلومة في قانون (٢) فيؤول الى

$$م ٢٦ = \frac{٢٠٨}{٨} = \frac{٨ + ١٢}{٨} = و$$

ونستخرج ثانيا مساحة القطاع فنجيد

$$\text{القطاع} = ٣٠، ٤٥ \times م ٢٦ = م ١٩٧، ٩٢٥$$

ونستخرج ثالثا مساحة المثلث فنجيد

$$\text{المثلث} = \frac{٥ \times ١٢}{٢} = \frac{٦٠}{٢} = م ٣٠$$

وأخيرا طرح مساحة المثلث من مساحة القطاع فيكون الباقي مساحة القطعة أي ان

$$\text{القطعة} = ١٩٧، ٩٢٥ - م ٣٠ = م ١٦٧، ٩٢٥$$

(مسألة)

(١٧٢)

(١) $ط = (هـ + ا) ط$
 فاذا كان $هـ = ١٢ م$ و $ا = ٩ م$ نجد
 $ط = (١٢ + ٩) ١٤١٦ = ٣٠٩٧ م$
 ومساحة سطح القطع الناقص تساوى حاصل
 ضرب نصف محوريه فى النسبة ط



فاذا فرضنا ان ح مساحة سطح القطع الناقص نجد

$$(٢) ح = ا \times هـ \times ط$$

فاذا وضعنا الفروض المتقدمة فى هذا البند فى قانون (٢) يؤل الى

$$ح = ٩ \times ١٢ \times ١٤١٦ = ١٢٣٣٩, ٢٩$$

وايضاً مساحة القطع الناقص تساوى حاصل ضرب محوريه فى ربع النسبة اعنى

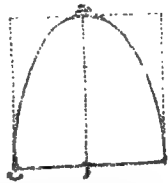
$$(٣) ح = ا \times هـ \times \frac{١}{٤} ط$$

فاذا وضعنا الفروض المذكورة فى (٣) يؤل الى

$$ح = ٢٤ \times ١٨ \times ٠,٧٨٥٤ = ٣٣٣٩, ٢٩$$

(بند ١٧)

القطع المكافئ يحدث من قطع مخروطى قاعدته
 مستديرة بمستوى مواز لاجدر واسم
 مساحة سطح القطع المكافئ تساوى ثلثى المستطيل
 المشاعله فاذا فرضنا ان صه مساحة سطح القطع المكافئ
 ا ب تكون



$$(١) صه = ا \times ب \times \frac{٢}{٣}$$

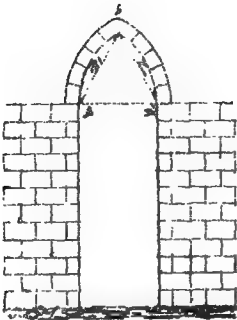
فاذا فرضنا ان محوره $ب = ٩٨ م$ و نصفه $ا = ٨٤ م$ فتكون

$$صه = \frac{٢}{٣} \times ٩٨ \times ٨٤ = ٥٤٨٨ م$$

(بند ١٨)

مخني القعد السميني يحدث من تقاطع قوسى دائرة متساوين والزاوية المركزية
 لكل منهما ٦٠

* (١٧٣) *



محيط منحنى العقد الستيني يساوى ثلث محيط
الدائرة التي نصف قطرهما راسم قوس المنحنى
المذكور فإذا فرضنا أن م محيط منحنى العقد
الستيني أعني أن م = قوس د + قوس
و ه وأن نق نصف قطر هذا القوس نجد

$$\frac{٢ \text{ نق} \times ط}{٣} = م \quad (١)$$

فإذا فرضنا أن ق = ١٠ م نجد

$$٢ \times ١٠ \times ٣,١٤١٦ = ٦٢,٨٣٢$$

مساحة سطح العقد الستيني تساوى ضعف

احدى قطعتيه مضافا إليها مساحة الثلث

فإذا فرضنا أن م مساحة سطح العقد الستيني و و مساحة سطح احدى قطعتيه

د و و مساحة الثلث هو د يحدث

$$م = د + و \quad (٢)$$

وقد سبق عمل تطبيقات على مساحة القطعة ومساحة الثلث فلا حاجة هنا لاجمال

تطبيقات أخرى

* (في بيان مساحة حجم الاجسام الهندسية وسطوحها) *

(بيان الاجسام المحاطة بسطوح مستوية)

* (بند ١٩) *

مساحة حجم أى منشور تساوى

حاصل ضرب مساحة قاعدته في

ارتفاعه

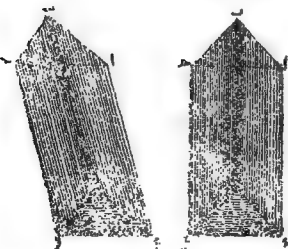
(ارتفاعه هو العمود النازل من

احدى نقط قاعدته العليا على قاعدته

السفلى الموازية لها)

فإذا فرضنا أن ج حجم المنشور و و

مساحة قاعدته و ه ارتفاعه نجد



(١٧٤)

$$ع = ح \times و \quad (١)$$

مثلا اذا فرضنا في المنشور المثلثي ا ب ح و ه و ان مساحة سطح قاعدته وهي

$$المثلث و ه و = ح = و = ٢٢١٠٠$$

وان ارتفاعه ب ح = ه = ح = ٤ م فيكون

$$ع = ٢٢١٠٠ \times ٤ = ٨٨٤٠٠$$

والمنشور المثلثي هو نصف متوازي السطوح المتحد في القاعدة والارتفاع وايضا بواسطة قانون (١) نعلم المكعب وحجم متوازي المستطيلات وحجم متوازي السطوح

(بند ٢٠)

مساحة السطح المهدب للمنشور والسطح المهدب للمكعب ولتوازي المستطيلات ولتوازي السطح تساوي حاصل ضرب محيط قاعدته في ارتفاعه

فاذا فرضنا ان حجم مساحة السطح المهدب للمنشور المثلثي ا ب ح و ه و الذي قاعدته مثلث و ه و وان ارتفاعه تكون

$$صه = (د ه + و ه + و د) \times ح \quad (٢)$$

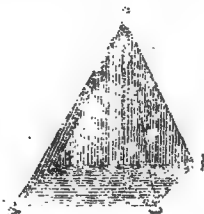
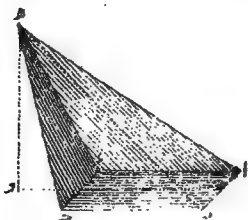
مثلا اذا كان ضلع د ه = ١٥ و و ه = ١٠ و و د = ٢٠ = ٢٠

صه = (١٥ + ١٠ + ٢٠) \times ٤٠ = ٢٠ \times ٤٠ = ٨٨٢٢٠

مساحة حجم المنشور المثلثي الناقص (المقطوع بمستو مواز على قاعدته) تساوي

حاصل ضرب مساحة قاعدته في ثلث مجموع أضلاعها الثلاثة العمودية على مستوى تلك

$$القاعدة أعني ع = د ه و \times \frac{١}{٣} (د + ه + و) \quad (٣)$$



(بند ٢١)

(١٧٥)

(بند ٢١)

المهرم هو ثلث المنشور المتضمنه في القاعدة والارتفاع ~
مساحة حجم الهرم تساوي ثلث حاصل ضرب مساحة قاعدته في ارتفاعه
فاذا فرضنا ان ح مساحة حجم الهرم وان ق مساحة سطح قاعدته و م ارتفاعه فتكون

$$ح = \frac{1}{3} ق \times م \quad (١)$$

مثلا اذا كان الهرم ه ا ب ج د مربعاً ضلع قاعدته المربعة ا ب = ٨ م وارتفاعه
ه د = ٣ م فتكون مساحة حجمه

$$ح = \frac{1}{3} ٨ \times ٣ \times ٨ = ٢٢٤ م$$

(بند ٢٢)

مساحة السطح المخدب للهرم تساوي مجموع مساح الثلاث المحيطه به ورؤسها رأس
المهرم (وهي أوجهه)

مثلا اذا فرضنا ان صه مساحة السطح المخدب لهرم مربعي ضلع قاعدته ا ب = ٨ م
وان العمود النازل من رأسه ه على ضلع قاعدته ا ب وهو ه د = ٤ م فتكون

$$صه = \frac{٨ \times ٤ \times ٨}{٣} = ٨٥ \frac{٢}{٣}$$

(بند ٢٣)

المهرم الناقص هو الجزء الاسفل الباقي من الهرم المقطوع بمسوة مواز لقاعدته بعد حذف
المهرم الاعلى المشتمل على الرأس

المهرم الناقص يكافئ ثلاثة اهرام قواعدها القاعدة السفلى والقاعدة العليا
والوسط المتناسبتينهما وارتفاعاتها واحدة وهي ارتفاع الهرم الناقص

وبناء على ذلك تكون مساحة حجم أى هرم ناقص تساوي حاصل ضرب سطح قاعدته
السفلى والعليا والوسط المتناسبتينهما في ثلث ارتفاعه

فاذا فرضنا ان ح مساحة حجم الهرم الناقص وق مساحة سطح قاعدته السفلى
وق مساحة سطح قاعدته العليا وم ارتفاعه فتكون

$$ح = \frac{1}{3} (ق + ق + ق) \times م \quad (١)$$

مثلا اذا فرضنا ه ا ب ج د ضلع قاعدته السفلى ا ب = ٤ م

(١٧٦)

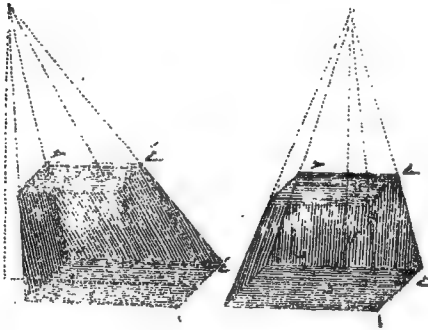
وضلع قاعدته العليا $\epsilon = ٥٠$ م وارتفاعه $\mu = ١٢$ م
فتكون مساحة حجمه

$$٢١٢ \frac{1}{2} (\sqrt{٥٠ \times ٨٧} + ٢٥ + ٨) = \epsilon$$

$$٢٢٢٠١٦ = ٢٤ \times (٢٤٠ + ٨٩) = \epsilon$$

وأيضاً مساحة حجم أى هرم ناقص α و تساوى مساحة حجم الهرم الكامل ϵ
بـ α ناقصاً مساحة حجم الهرم الأعلى المخدوف كـ ϵ و
وأما البعد ϵ فيستخرج كما تقدم في مسائل تقسيم شبه المخرف
(بند ٢٤)

مساحة السطح المخدب للهرم الناقص تساوى مجموع مساحة الاشياء المخرفة المحيطة به
(وهى أوجهه)



(بند ٢٥)

تعين مساحة حجم كل جسم كثير القواعد بواسطة تقطيعه الى اهرامات
ولذلك بجهة طرق أحسنها هى أن تمر بمستويات التقاسيم من زاوية نقطة واحدة
فتحدث

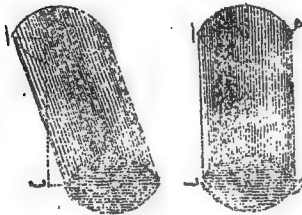
(١٧٧)

فمحدث جله اهرامات عديدة بدر عدد أوجه كثير القواعد الا الوجهين المكونين
للزاوية المجمعة الماترة منها مستويان التقاسيم المذكورة وتلك الاهرامات
يمكن تحليلها الى أشكال كل منها ذو ثلاثة أوجه وذلك يكون بقسمة قواعد تلك
الاهرامات الى مثلثات

(في بيان مساحة حجم الاجسام المحاطة بسطوح منغنية)

(بند ٢٦)

الاسطوانة ذات القاعدة المستديرة تتحدث من دوران مستطيل ا ب د ه (أو مربع)
حول أحد أضلاعه د ه



مساحة حجم الاسطوانة تساوي
حاصل ضرب مساحة قاعدتها
في ارتفاعها

فاذا فرضنا ان ح مساحة حجم
الاسطوانة و نق ط مساحة
قاعدتها و ر ارتفاعها
فتكون

$$ح = نق \times ط \times ر$$

(١)

مثلا اذا كان نق = ٢٠ م و ر = ٤ م فتكون

$$ح = ٢٠ \times ١٤١٦ \times ٤ = ٢٤ \times ١٤١٦ = ١٦ \times ٢٢٢٣١٤$$

(بند ٢٧)

مساحة السطح المخدب للاسطوانة تساوي حاصل ضرب محيط قاعدتها في ارتفاعها
فاذا فرضنا ان صه مساحة سطحها المخدب يكون

$$صه = قطرها \times ط \times ر$$

(٢)

مثلا اذا كان ارتفاعها ر = ٥ م ونصف قطر قاعدتها نق = ٢٠ م

$$فتكون مساحة السطح المخدب للاسطوانة صه = ١٠ \times ١٤١٦ \times ٢٠ = ٢٠ \times ٢٨٣٢٠$$

$$= ٢٨٣٢٠٠$$

تذكره

* (١٧٨) *

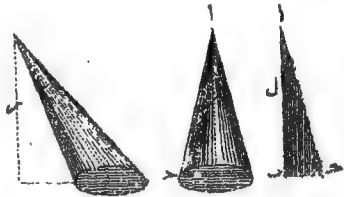
ولاجل ايجاد قطر قاعدة اسطوانة بطريقة عملية سهلة يلف على محيط قاعدتها خيط رفيع ثم يقم طوله على ط = ١٤١٦ و ٣ فخارج القسمة يكون هو القطر المطلوب

* (بند ٢٨) *

المخروط ذو القاعدة المستديرة يحدث من دوران مثلث $abc >$ قائم الزاوية حول أحد أضلاع القائمة $a-b$

كل مخروط هو ثلث الاسطوانة المتحد معها في القاعدة والارتفاع
مساحة حجم المخروط تساوي حاصل ضرب مساحة قاعدته في ثلث ارتفاعه

فاذا فرضنا ان $ح$ مساحة حجم المخروط و $ط$ ثقب $ا$ مساحة قاعدته و $س$ ارتفاعه تكون
 $ح = ط \times ثقب \times \frac{1}{3} \times س$ (١)
مثلا اذا كان قطر قاعدته $b = ٥$ م وارتفاعه $س = ١٢$ م
فتكون مساحة حجمه



$$ح = ١٤١٦ = ٣ \times ٥ \times ١٢ \times \frac{1}{3} = ٢٢٧٨,٥٤ م$$

* (بند ٢٩) *

مساحة السطح المذهب للمخروط القائم منه تساوي حاصل ضرب محيط قاعدته في نصف المستقيم الارتفاع فيكون

$$ص = ٢ \times ط \times ثقب \times \frac{1}{2} = ا$$

وبوضع المقادير المفروضة المتقدمة وجعل $ا = ٢٧$ م نجد

$$ص = ٢ \times ١٤١٦ \times ٥ \times \frac{1}{2} = ٢٧ م$$

$$ص = ١١٦ د ٤٢٤ م$$

* (بند ٣٠) *

وصيغة ايجاد مساحة السطح المذهب للمخروط القائم هي ان تقم محيط قاعدته المستديرة

(١٧٩)*

المستديرة الى أجزاء صغيرة بشرط أن تكون مستقيمت ثم تصل من نقط التقاسيم
لرأس المخروط فيكون حاصل جمع مساحات المثلثات المحاذية هو مساحة السطح
المهدب للمخروط المائل
وإذا كان الارتفاع h للمخروط a b c مجهولاً نستقرجه من هذا القانون

$$h = \frac{a^2}{b} - \frac{c^2}{b}$$

(بند ٢١)*

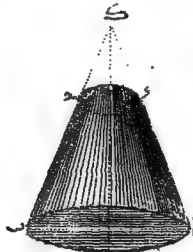
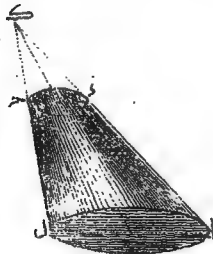
المخروط الناقص هو الجزء الاسفل الباقي من المخروط المقطوع بمستو مواز لقاعدته
بعد حذف المخروط الاعلى المشتمل على الرأس
وهو حادث من دوران شبه منحرف a b c قائم الزاويتين
او d حول ارتفاعه h



المخروط الناقص يكافئ ثلاثة مخاريط ارتفاعها واحد وهو
ارتفاع المخروط الناقص وقواعدها قاعدته العليا والسفلى والوسط المتناسب بينهما
وبناء على ذلك تكون

مساحة جهامى مخروط ناقص تساوى حاصل ضرب سطح قاعدته السفلى والعليا
والوسط المتناسب بينهما فى ثلث ارتفاعه

فإذا فرضنا h مساحة جهامى المخروط الناقص a b c وان h نصف قطر
قاعدته السفلى d و h نصف قطر قاعدته العليا d' و h ارتفاعه
وهو نجد



(١٨٠)

$$ع = (نق^2 ط + نق^2 ط + نق ط \times نق ط) \times \frac{1}{4} م \quad \text{أو}$$

$$ع = (نق^2 + نق^2 + نق \times نق) ط \times \frac{1}{4} م \quad (١)$$

مثلا إذا كان نق = ٢٣,٥ ونق = ٢ م و م = ١٥ م فقانون (١) يقول الى

$$ع = (٢٣,٥^2 + ٢٣,٥^2 + ٢ \times ٢٣,٥) \times \frac{1}{4} \times ١٥ م \quad \text{أو}$$

$$ع = ٢٢٢٣٦٥,٢١١ م$$

وأياها مساحة حجم المخروط الناقص ا ب د و تساوي مساحة حجم المخروط الكامل ا ب ك ناقصا حجم المخروط الم حذف د ح ك

(بند ٣٢)

مساحة السطح المذهب من المخروط الناقص القائم ا ب د و تساوي حاصل ضرب نصف مجموع محيطي قاعدتيه المتوازيين ا ب و د و في أحدهما وسمه (أى ضلعه) ا س أى

$$\text{صه} = \frac{ا س \times ط + ا س \times س \times ط}{4} \times ا \quad \text{أو}$$

$$\text{صه} = ا س \times ط \left(\frac{س + ا}{4} \right) \quad (٢)$$

ويوضع الفروض المتقدمة في (بند ٣١) وجعل ضلع ا س = ١٥,٠٧ م في قانون (٢) نجد

$$\text{صه} = ا س \times ط \left(\frac{س + ا}{4} \right) = ١٥,٠٧ \times ٢,١٤١٦ \times \left(\frac{٢,٤ + ٢,٧}{4} \right) م$$

$$\text{صه} = ٢٢٦٠,٣٩ م$$

وأياها مساحة السطح المذهب للمخروط الناقص القائم تساوي حاصل ضرب محيط قاعدته المتوسطة في أحدهما وسمه

مساحة السطح المذهب من المخروط الناقص المائل تساوي مجموع مساحات الاشباه المخرفة المحاذية من تقسيم كل من قاعدتيه المتوازيين الى أقسام متساوية في العدد وصغيرة بشرط أن تكون مستقيمت وتوصيل نقاط التقاسيم المتناظرة ببعضها

(بند)

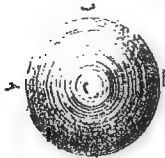
(١٨١)

(بند ٢٣)

الكرة تحدث من دوران نصف دائرة $a > b$ حول قطرها a

مساحة سطح الكرة تساوي حاصل ضرب قطرها في محيط دائرتها العظيمة
(والدائرة العظيمة هي كل دائرة تمر بمركز الكرة وماعداها دائرة صغيرة)

وينتج من ذلك ان سطح الكرة يساوي أربع دوائر
عظام لانها اذا فرضنا ان c مساحة سطح الكرة



$a > b$ وقطرها $a = 2$ نق نجد

$c = 2$ نق $\times 2$ نق π أو

$c = 4$ نق π (١)

مثلا اذا فرضنا ان نصف قطر الكرة $a = 10$ نق $= 10$ م فنجد ان

مساحة سطحها $c = 4 \times 10 \times 3.1416 = 1256.64$ م

ومن قانون (١) نعلم نصف قطر الكرة نق اذا علمنا سطحها أعني

نق $= \frac{1}{4} \sqrt{\frac{c}{\pi}}$ (٢)

واذا وضعنا هذا الفروض المتقدمة فنجد

$$10 = \frac{1256.64}{4 \times 3.1416} \sqrt{\frac{1}{\pi}}$$

(بند ٢٤)

لايجاد قطر الكرة بطريقة عملية سهلة نضع الكرة على المستوى c الأفقي

ثم نقصرها بين مستويين h و c بشرط أن يكونا متوازيين وبماسين لها

وعودين على المستوى c الأفقي



(١٨٢)

فتكون المسافة سه = هـ ل المحاذية بين هذين المستويين قطر الكرة
واذا كانت الكرة مرسوما عليها دائرة عظيمة وأردنا إيجاد نصف قطرها انقسم محيطها
على ط فيكون خارج القسمة مقدار القطر المطلوب

(بند ٣٥)

مساحة حجم الكرة ح تساوى حاصل ضرب سطحها سه في ثلث نصف قطرها نق أعني
ح = سه × $\frac{1}{3}$ نق (١) و يوضع مقدار سه هنا عوضا عنها نجد
ح = ٤ نق ط × $\frac{1}{3}$ نق أو
 $\frac{4}{3}$ نق ط = ح (٢)

ومن قانون (١) نعلم سطح الكرة متى علمنا حجمها يعني

$$\text{سه} = \frac{\text{ح}}{\frac{1}{3} \text{نق}} \quad (٣)$$

مثلا اذا فرضنا ان نصف قطر الكرة = ١٠ م فتكون مساحة حجمها بموجب
قانون (٢)

$$\text{ح} = \frac{4}{3} \times 10^3 \times \frac{1}{3} = 4188,8 \text{ م}^3$$

وبتطبيق هذا الفرض على قانون (٣) نجد سطح الكرة

$$\text{سه} = \frac{4188,8 \times 3}{10 \times \frac{1}{3}} = 1256,64 \text{ م}^2$$

ومساحة حجم الكرة تساوى حاصل ضرب مكعب قطرها في سدس النسبة يعني ان
ح = $\frac{4}{3} \times \text{ط}^3$

(بند ٣٦)

شقة الكرة ا م - ا هـ هي جزء من سطح الكرة أحيط بنصفي دائرتين عظيمتين
محدودتين بقطر مشترك ا ب

مساحة شقة الكرة تساوى حاصل ضرب قطرها في قوسها الاعظم هـ
فاذا فرضنا ان سه الشقة ا م - ا هـ و ك سطح الكرة و ٢ نق قطرها
ا ب نجد

(١٨٢)



$$\text{صه} = ٢ \text{ نق} \times \text{م} \times \text{هـ} \quad (١)$$

لان صه : هـ :: ٢ : ١

قوائم :: م : هـ : المحيط

وبوضع مقدار سطح الكرة

بدلأ عنه نجد

صه : ٢ نق \times المحيط :: م : هـ : المحيط

$$\text{صه} = ٢ \text{ نق} \times \text{م} \times \text{هـ} \quad (١)$$

ومن قانون (١) نستخرج مقدار قوس م متى علمنا مساحة الشقة صه فنجد

$$\text{قوس م} = \frac{\text{صه}}{٢ \text{ نق}} \quad (٢)$$

يعنى ان القوس الاعظم م هـ للشقة أوزاويتها يساوى خارج قيمة الشقة على قطرها

مثلا اذا فرضنا ان قطر الكرة ٢ نق = ٢٠ م والقوس م هـ = ٣٠ م في قانون

(١) فانه يؤول الى

$$\text{صه} = ٢٠ \times ٣٠ \times ٢٠ = ١٢٠٠ \text{ م}^٢$$

وبوضع هذا الفرض ٢ نق = ٢٠ م وصه = ١٢٠٠ م في قانون (٢)

فانه يؤول الى

$$\text{قوس م} = \frac{١٢٠٠}{٢٠} = ٣٠ \text{ م}$$

(بند ٣٧)

ضلع الكرة هو جزء من جسم الكرة أحيط بنصف دائرتين عظيمتين وقاعدته الشقة

مساحة حجم ضلع الكرة ح تساوى حاصل ضرب سطحه صه (وهو الشقة) في ثلث

نصف قطره نق أى ان

$$\text{ح} = \text{صه} \times \frac{١}{٣} \text{ نق} \quad (١)$$

واذا وضعنا هنا مقدار سطح الشقة صه

المقدم فى (بند ٣٦) نجد

$$\text{ح} = ٢ \text{ نق} \times \frac{١}{٣} \text{ نق} \times \text{م} \times \text{هـ} \quad \text{أو}$$

$$\text{ح} = \frac{٢}{٣} \text{ نق}^٢ \times \text{م} \times \text{هـ} \quad (٢)$$



* (١٨٤) *

مثلا اذا فرضنا ان نصف قطر الكرة نق = ١٠ م والقوس الاعظم م ه = ٣٠ م
فتكون مساحة حجم المضلع الكروي

$$233, 233 = 3, 0 \times 10 \times \frac{\pi}{2} = 2$$

وبالمجمل فنسبة ضلع الكرة المحصور بين المستويين ا م ب و ا ه ب الى حجمها
كنسبة زاوية ا الى ٤ قوائم ومعنى تساوت الشقوق تساوت أضلاع الكرة
وكذلك النسبة بين ضلعي الكرة كالنسبة بين الزاويتين المحاطتين بمستوييهما

* (بند ٢٨) *

المنطقة الكروية هي جزء من سطح الكرة محصور بين مستويين متوازيين يسميان
قاعدتيها وارتفاعها البعديت هما فان مس أحدهما الكرة سميت المنطقة ذات
قاعدة واحدة

المنطقة الكروية ا ب د حادثة من دوران قوس ا ب حول محور ا د
والمنطقة ب د ه ذات القاعدتين ب د و ه حادثة من دوران
قوس ب د حول محور د و

مساحة المنطقة تساوي حاصل ضرب

ارتفاعها في محيط دائرة عظيمة

فاذا فرضنا ان مس مساحة المنطقة ا ب د و

و ع ارتفاعها نجد

$$\text{مس} = 2 \times \text{نق ط} \quad (١)$$

مثلا اذا فرضنا ان ع = ٦ م وان ا م =

نق = ١٠ م فتكون مساحة المنطقة

$$\text{مس} = 6 \times 2 \times 10 \times \frac{\pi}{2} = 3, 1416 \times 120 = 377, 168$$

* (بند ٢٩) *

واذا كان المطلوب معرفة مساحة المنطقة ب د ه ذات القاعدتين بفرض
ان ارتفاعها د و = ع = ٢ م وان نق = ١٠ م فنضع في قانون (١) القروض
الذكر فيقول الى

$$\text{مس} = 2 \times 2 \times 10 \times \frac{\pi}{2} = 3, 1416 \times 40 = 125, 664$$

وذلك لانه منطقة ب د ه = منطقة ب د ا - منطقة ب د ا

* (تبيه) *

* (١٨٥) *

* (تثنيه) *

نسبة المنطقة الى سطح كرتها كنسبة ارتفاع تلك المنطقة الى قطرها

* (بند ٤٠) *

القطاع الكروي ا ب و هو جزؤ من جسم الكرة أحيط بالمنطقة ا ب التي هي قاعدته وبخروط رأسه مركز الكرة ويحدث القطاع المذکور من دوران القطاع الدائري و ب و حول نصف القطر و

وحيث أن القطاع الكروي يتركب من قطعة كروية ا ب ذات قاعدة واحدة وبخروط ا ب و

مساحة حجم القطاع الكروي ا ب و تساوي حاصل ضرب قاعدته ا ب و (أي المنطقة) في ثلث نصف قطره و ا

فاذا فرضنا أن ح مساحة حجم القطاع الكروي و صه سطح قاعدته ونق نصف قطره و ع ارتفاع منطقه فنجيد

$$ع = صه \times \frac{1}{3} \text{ نق} \quad (١)$$

فاذا وضعنا هاء مقدار صه من شد

(٢٨) عوضا عنه فنجيد

$$ع = ٢ \text{ نق} \times ط \times ع \times \frac{1}{3} \text{ نق} \text{ أو} \quad (٢)$$

$$ع = \frac{2}{3} \text{ نق}^2 \times ط \times ع$$

مثلا اذا فرضنا أن نق = ٢٥ م و ع = ١٨ م فنجيد

$$ع = \frac{2}{3} \times ٢٥^2 \times ١٨ \times \frac{1}{3} = ٢٢٢٢٢٥٦٢$$

واذا كان المعلوم وتر ا ب ونصف القطر وأردنا معرفة مساحة حجم القطاع الكروي فنستخرجها من هذا القانون

$$ع = \frac{\frac{1}{2} \times \text{نق} \times ط}{٢} \quad (٢)$$

وبوضع القروض السابقة في قانون (٢) وجعل وتر ا ب = ٣٠ م فنجيد

$$ع = \frac{١٤١٦ \times ٣ \times ٣٠ \times ٣٠}{٢} = ٢٢٢٢٢٥٦٢$$

٢٤ قسمة



* (١٨٦) *

* (بند ٤١) *

مساحة السطح المحبب منه للقطاع الكروي $ا و ب$ و تساوى مساحة قاعدته $ا و ب = صه$ (وهي المنطقة) مضاعفا اليها مساحة السطح المحبب منه للخصروط $ا و ب$ أعني

$$صه = صه + صه \quad (١)$$

فاذا وضعنا ههنا بدلا عن $صه$ مقداره كافي (بند ٣٨) و بدلا عن $صه$ مقداره كافي (بند ٢٩) نجد

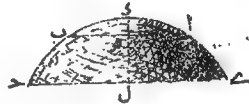
$$صه = ط٢ \times ا \times ع + ط٢ \times ب \times هـ - ط٢ \times ا \times هـ \quad او$$

$$صه = ط٢ \times ا \times (ع + هـ - ا) \quad (٢)$$

مثلا اذا فرضنا ان $ا = ٢٥ م$ و $ع = ١٨ م$ و $ب = ٢٤ م$ فنكون مساحة سطح القطاع الكروي

$$صه = ٢ \times ١٤١٦ \times ٢٥ \times (٢٤ \times \frac{1}{2} + ١٨) = ٤٧١٢ م \quad * (بند ٤٢) *$$

قطعة الكرة هي جزء من حجم الكرة احيط بالمنطقة وبمستويين متوازيين يسميان قاعدتيها والمسافة بينهما تسمى ارتفاعها فان من أحدهما الكرة سميت القطعة ذات قاعدة



وقطعة الكرة $ا و ب$ ذات القاعدة تحدث من دوران سطح $ا و ب$ حول ارتفاعها $ا و ب$ ونهاية نقطة $ا و ب$ قطب القطعة

وقطعة الكرة $ا و ب$ ذات القاعدتين تحدث من دوران سطح $ا و ب$ حول ارتفاعها $ا و ب$

مساحة سطح القطعة الكروية هي مساحة المنطقة وتقدم القول عليها في (بند ٣٨) * (بند)

* (١٨٧) *

* (بند ٤٣) *

مساحة حجم القطعة الكروية ذات القاعدتين تساوي حاصل ضرب مساحة نصف مجموع قاعدتيها المتوازيين في ارتفاعها مضافا على حاصل الضرب مساحة حجم الكرة التي قطرها الارتفاع المذكور

فإذا فرضنا أن مساحة قاعدة $ا ب = ط$ نق^٢ ومساحة قاعدة $ج د = ط$ نق^٢ وارتفاع القطعة $ه ل = ع$ ومساحة حجم القطعة ذات القاعدتين $ح$ فتكون

$$(١) \quad ح = \frac{(نق^٢ + نق^٢)}{٢} ط + ع \times \frac{١}{٢} ط ع^٢$$

مثلا إذا فرضنا أن نصف القطر $ه ب = نق = ٢٠ م$ و نصف القطر $ج د ل = نق = ٢٤ م$ والارتفاع $ه ل = ع = ٢٢ م$ فتكون

$$ح = \frac{(٢٠^٢ + ٢٤^٢)}{٢} ط + ٢٢ \times ٣,١٤١٦ \times \frac{١}{٢} ط = ٢٢٢٩٣,٠٣ م^٢$$

ويمكن اختصار قانون (١) المتقدم بهذا القانون

$$(٢) \quad ح = ط ع \left(\frac{ع}{٢} + \frac{(نق^٢ + نق^٢)}{٢} \right)$$

* (بند ٤٤) *

مساحة حجم القطعة الكروية ذات القاعدة الواحدة تساوي نصف حاصل ضرب قاعدتيها $ا ه ب = ط$ نق^٢ في ارتفاعها $د ه = ع$ مضافا على حاصل الضرب مساحة حجم الكرة التي قطرها الارتفاع المذكور



أعني أن

$$(١) \quad ح = ط \frac{١}{٢} ط نق^٢ + ع \times \frac{١}{٢} ط ع^٢$$

وهذا القانون يتج من كوننا فرضنا أن القاعدتين $ج د$ التي نصف قطرها $نق$

تساوي صفرا في قانون (١) من (بند ٤٣)

(١٨٨)

وبأخذ ط ع مضروباً مشتركاً في قانون (١) يتول إلى

$$ع ط = ع \left(\frac{نق}{٢} + \frac{ع}{٢} \right) \text{ وباتخاذ القامات يحدث}$$

$$(٢) \quad ع \frac{ط}{٢} = ع (٢ نق + ع) \quad (٢)$$

مثلاً إذا فرضنا أن ه = نق = ٢٤ م و س = ع = ١٨ م فنكون

مساحة حجم القطعة الكروية ذات القاعدة الواحدة

$$ع = \frac{١٤١٦}{٢} \times ١٨ + (٢ \times ٢٤ \times ١٨) = ٥٢٣٦, ١٨ \times ٠$$

$$٦٨, ١٩٢٣٩ = (٣٢٤ + ٠٧٦ \times ٣)$$

وأيضاً مساحة حجم القطعة الكروية ذات القاعدة الواحدة تساوي مساحة

حجم القطاع الكروي ا س ب و مطروحاً منه مساحة حجم المخروط ا ب و

ويستعمل لحساب ذلك هذا القانون

$$(٣) \quad ع \times ط = ع (نق - \frac{ع}{٢})$$

وإذا وضعنا الفروض المتقدمة في هذا البند وجعلنا

$$س = و = نق = ٢٥ \text{ نجد}$$

$$ع = ١٤١٦, ١٨ \times ٢ - (٢٥ - \frac{١٨}{٢})^2 \quad \text{أو}$$

$$ع = ١٤١٦, ١٩ \times ٣٢٤ \times ٣$$

$$٦٨, ١٩٢٣٩$$

(بند ٤٥)

مساحة حجم القطع الناقص تساوي حاصل ضرب مربع محوره الاصغر في محوره

الاكبر في سدس النسبة

مثلاً إذا فرضنا أن المحرف ع حجم القطع الناقص ا س ب و فرضنا أن محوره الاصغر

$$س = ع \text{ ومحوره الاكبر ا ب = ك يحدث}$$

$$(١) \quad ع = ع \times ك \times \frac{١}{٢} \times ط = ع \times ك \times ٥٢٣٦, ٠$$

مثلاً إذا فرضنا أن ع = ٨ م، ك = ١٢ م فيكون حجم القطع الناقص

$$ع = ٨ \times ١٢ \times ٥٢٣٦, ٠ = ١٢٤٨, ٤٠٢ \times ٢٢٢$$

وأيضاً حجم القطع الناقص ا س ب و يساوي أربعة أمثال حجم المخروط الذي

قاعته



* (١٨٩) *

نصفه محوره الاصغر c وارتفاعه نصف محوره الاكبر a وبتى أن

$$c = 4 ط ثنى $\frac{2}{3}$ أو$$

$$c = 4 ط $\sqrt{\frac{2}{3}}$$$



(٢) وبوضع القروض المسدقة في قانون (٢) يتوول الى

$$c = 4 ط ١٤١٦٦ \times ٢,١٤ \times \frac{7}{3} \times ٤ = ٢٢٢٤٠٢,١٢ م$$

* (بند ٤٦) *

مساحة السطح لمحدب الجسم القطع الناقص تساوى حاصل ضرب محوره الاكبر

في سطح الكرة التى قطرها محوره الاصغر مقسوم على محوره الاصغر

مثلا اذا فرضنا أن صه السطح المحدب لجسم القطع الناقص الذى محوره الاكبر

$$٤٥ م ومحوره الاصغر ٣٥ م يكون صه = \frac{٣٨٤٨,٤٦ \times ٤٥}{٣٥} = ٤٩٤٨ م$$

* (بند ٤٧) *

مساحة حجم القطع المكافئ تساوى حاصل ضرب مربع نصف قطر قاعدته في النسبة ط

في نصف محوره

مثلا اذا كان a c قطع مكافئ بحجم c حجمه $و$ c نصف قطر قاعدته

و a محوره يكون

$$(١) c = \frac{4}{3} ط \times \frac{a}{2}$$

فاذا كان $c = ٤,٢ م$ و $a = ٩,٨ م$ يكون



$$c = ٤,٢ \times \frac{9,8}{2} \times \frac{4}{3} = ٢٢٢٧١,٥٤٧ م$$

* (بند ٤٨) *

ويمكن معرفة مساحة حجم أى جسم خصوصا الجسم الغير منتظم بطريقة سهلة وهى ان

نضعه في اناء مملوء جميعه بالماء ان أمكن ذلك ثم نخرج منه الاناء فمساحة حجم الماء

المحذوف من الاناء بسبب وضع الجسم فيه تكون هى عين مساحة حجم الجسم الذى كور

مثلا اذا كان شكل الاناء من الداخل المملوء بالماء الموضوع فيه الجسم المذكور

اسطوانيا فسكون مساحة حجم الجسم الذى كور الغير منتظم مكافئة لاسطوانة قاعدتها

قاعدة الاناء من الداخل وارتفاعها ارتفاع الماء المحذوف من الاناء

* (في حجم الاختاب) *

لمعرفة حجم أى شجرة أو خشبة يوجد ثلاثة طرق (مأخوذة من قوانين حجم الاجسام

(١٩٠)

المحاطة بسفوح مختنية

(الطريقة الاولى)

أن تضرب ثلث مجموع سطحي قطاعيها النسائين والوسط المتناسب الهندسي بينهما في طول الشجرة أو الخشبة فيحصل الحجم المطلوب
مثلا اذا كان المطلوب معرفة حجم شجرة محيطها دائريتها المتطرفين ٦٢ م و ٣٠ م وطولها ١٠ م يقال ان

$$\text{قطر محيط طرفها الاكبر} = \frac{1,77}{3} \times 10 = 5,90 \text{ م}$$

$$\text{قطر محيط طرفها الاصغر} = \frac{1,77}{3} \times 10 = 5,90 \text{ م}$$

$$\text{سطح قاعدتها الكبرى} = \frac{5,90^2}{4} \times 1,77 = 15,08 \text{ م}^2$$

$$\text{سطح قاعدتها الصغرى} = \frac{5,90^2}{4} \times 1,77 = 15,08 \text{ م}^2$$

$$\text{الوسط المتناسب الهندسي بينهما} = \sqrt{15,08 \times 15,08} = 15,08 \text{ م}$$

$$\text{فحينئذ يكون حجم الشجرة} = \frac{15,08 + 15,08 + 15,08}{3} \times 10 = 150,8 \text{ م}^3$$

(الطريقة الثانية)

هي أسهل من المتقدمة وكثيرة الاستعمال وغايتها أنه يضرب مربع المحيط المتوسط للشجرة في هذا العدد ٠,٧٩٥٦ ويضرب المحاصل في طول الشجرة

وبالتطبيق على هذه الطريقة بوضع القروضات المتقدمة فيما تجد أن المحيط المتوسط

$$\text{للشجرة} = 1,46 \text{ وجمعا} = 1,46 \times 0,7956 \times 10 = 11,70 \text{ م}^3$$

(الطريقة الثالثة)

ان يضرب مربع خمس محيطها المتوسط في ضعف طولها

وبوضع القروضات المتقدمة في هذه الطريقة نجد

$$\text{حجم الشجرة} = \left(\frac{1,46}{5}\right)^2 \times 2 \times 10 = 11,70 \text{ م}^3$$

والمجدول الآتي يعلم منه وزن قطعة خشب جافة من أى صنف بالكيلوجرام تقريبا بعد معرفة حجمها

جدول

(١٩١)

جدول (١)

وزن بالكيلوجرام	أسماء الأخشاب	الوزن بالكيلوجرام	أسماء الأخشاب
٧٠٥	خشب السفرجل	٨٤٠	سنت
٦٠٠	خشب البندق	١٠٦٣	مهورخا X
٦٤٤	سرو اسبانيولى	١٠٣١	خشب برزلبا الاجر X
١٣٣١	X أبوس امرى كافي	٩١٢	يقس فرنساوى
١٢٠٩	X أبوس هندي	١٣٢٨	X يقس هولانده
٧٥٠	اسفندان	٩١٣	ساج
٥٥٦	سندروس	٥٦١	شربين امرى كافي
١٣٥٤	X خشب الزمان	١٣١٥	X شربين هندي
٨٥٢	خشب زان	٦١٣	شربين بلاد فلسطين
٧٧٠	ياممين اسبانيولى	٥٩٦	شربين بى
٦٠٦	أوفروء الهندى	٧١٥	سكر
٨٢٢	ذقة	X ١١٠٠	أوفروء
٨٤٩	شجر المصطكى	X ١١٧٠	قروء قلب من ستين سنة
٢٤٠	شجر القلين	٩٥٠	قروء عاده
٨٩٧	شجر التنوب الاسبانيولى	٨٦٠	قروء ناشف
٦٧١	شجر الجوز	٧٢٦	خشب اللامون
٦٦١	شجر كثرى	٩٢٧	شجر زيتون
٧٩٣	شجر تفاح	٧٠٥	شجر برتقان
٧٨٥	شجر برفوق	٦٧١	شجر غرغاج
٥٥٠	خشب رائنج أوشاى	٥٤٣	الاريس
١٣٢٧	X خشب صنب	٦٦٠	التنوب أو الشوح
٧٤٥	صنوبر بلاد الشمال	٣٨٣	المحور
٤٩٨	صنوبر	٥٢٩	حور أبيض اسبانيولى

* (١٩٢) *

(والاخشاب الموضوع بهذا هذه العلامة x لا تعوم في الماء)
وحيث ان الجدول المذكور لم يشتمل على جميع اجناس الاخشاب فاذا لزم معرفة
الوزن النوعي لمخشب لم يكن موجودا في الجدول يقال ان الثقل النوعي لمخشب هو نسبة
وزن حجم من هذا الجسم لوزن حجم مساو له من الماء المقطر درجة ٤ + فبناء على
ذلك تأخذ قطعة من المخشب المذكور وتعين وزنها ووزن حجم مساو لها من الماء
المقطر ثم تقسم الوزن الاول على الوزن الثاني فالنتيجة هو الوزن النوعي للمخشب
المطلوب والمفروض أن وزن الماء المقطر درجة ٤ + مأخوذ وحده

* (قاعدة) *

لمعرفة مقدار الثقل الموجب لانغمار قطعة من المخشب الطافي في الماء يقال ان الجسم
المغمور في سائل يفقد جزا من ثقله مساو لثقل السائل الذي حل محله
وان حجم الجزء الغاطس من الاجسام الطافية يكون على حسب النسبة العكسية
لكثافة السائل وعلى حسب النسبة الطردية لكثافة الجسم الطافي
فبناء على ما ذكرنا من وزن قطعة المخشب المذكورة ووزن حجم مساو لها من الماء
فالفرق بين وزن الماء ووزن القطعة يكون هو أكبر ثقل تحمله القطعة للمخشب ولم
تغطس

مثلا اذا كان وزن القطعة ٤ كيلوجرام ووزن الحجم المساوي لها من الماء ٧
كيلوجرام فيكون الفرق ٣ كيلوجرام هو أكبر ثقل تحمله القطعة المذكورة ولم
تغطس في الماء

وبمثل ذلك حيث ان وزن المتر المكعب من الماء المحلو ١٠٠٠ كيلوجرام ووزن
المتر المكعب من خشب الشام ٥٥٠ كيلوجرام كافي الجدول المتقدم فيكون الفرق
٤٥٠ كيلوجرام بين الوزنين هو أكبر ثقل يحمله المتر المكعب من هذا النوع
ولم يغطس

وأما اذا وضع المتر المكعب من هذا النوع في الماء المالح الذي وزن المتر المكعب منه
١٠٤٤ فيكون الفرق ٤٩٤ كيلوجرام هو أكبر ثقل يحمله هذا النوع ولم
يغطس

وانا

واذا وضع النوع المذكور في زيت النقط الذي وزن الميتر المكعب منه ٩١٩
فيصم ٣٦٩ كيلو ولم ينطس

وعوم اذا ضرب حجم الخشب المبين بالمتر المكعب في الفرق بين الوزن النوعي للفناء
والوزن النوعي للخشب يكون الناتج هو أكبر ثقل يحمله الخشب ولم ينطس

مثلا لو اخذنا حجم ١,٧٠ من خشب الشام وضربناه في الفرق ٤٥٠ كيلو كان

الحاصل ٧٦٥ كيلو هو أكبر ثقل يحمله في الماء المحلو وأما في الماء المالح فيعمل

١,٧٠ × ٤٩٤ كيلو = ٨٣٩,٨ كيلو وفي الزيت النقط يعمل

١,٧٠ × ٣٦٩ كيلو = ٦٢٧,٣ كيلوجرام

وبواسطة هذه القاعدة يمكن تحويل الاجسام الغاطسة كالحديد الى اجسام طافية

بأن صنع الحديد مجوفا كما في السفن حتى صار وزن حجم الماء الذي يزيغ الحديد

أكبر من وزنه وتأسس على تلك القاعدة عمل سفن وشحن دورات (عوامات) من

الحديد وعمل قناطر من روامس من الاخشاب أو من البراميل وما أشبه ذلك .

وجداول (٢) الآتي يبين حجم الاشجار الممكن استعمالها في عمل الروامس

وهذا الجدول والمجدول السابق يمكن معرفة عدد الاخشاب اللازمة لاجل حمل ثقل

معلوم

(١٩٤)

جدول (٢)

حجم	محيط متوسط	طول بالمتر	حجم	محيط متوسط	طول بالمتر
٦٤		٨	٠,٢٨		٨
٠,٧٩	١,٠٠	١٠	٠,٢٨	٠,٦٠	١٠
٠,٩٥		١٢	٠,٣٤		١٢
٠,٦٩		٨	٠,٢٧		٨
٠,٨٦	١,٠٥	١٠	٠,٣٣	٠,٦٥	١٠
١,٠٤		١٢	٠,٤٠		١٢
٠,٧٦		٨	٠,٣١		٨
٠,٩٥	١,١٠	١٠	٠,٢٩	٠,٧٠	١٠
١,١٥		١٢	٠,٤٧		١٢
٠,٨٢		٨	٠,٣٥		٨
١,٠٤	١,١٥	١٠	٠,٤٤	٠,٧٥	١٠
١,٢٥		١٢	٠,٥٣		١٢
٠,٩١		٨	٠,٤١		٨
١,١٤	١,٢٠	١٠	٠,٥١	٠,٨٠	١٠
١,٣٧		١٢	٠,٦١		١٢
٠,٩٩		٨	٠,٤٦		٨
١,٢٤	١,٢٥	١٠	٠,٥٧	٠,٨٥	١٠
١,٤٩		١٢	٠,٦٩		١٢
١,٠٧		٨	٠,٥١		٨
١,٣٤	١,٣٠	١٠	٠,٦٤	٠,٩٠	١٠
١,٦١		١٢	٠,٧٧		١٢
١,١٦		٨	٠,٥٦		٨
١,٤٥	١,٣٥	١٠	٠,٧١	٠,٩٥	١٠
١,٧٤		١٢	٠,٨٦		١٢

* (١٩٥) *

حجم	محيط متوسط	طول بالمتر	حجم	محيط متوسط	طول بالمتر
١,٩٥		٨	١,٢٥		٨
٢,٤٣	١,٧٥	١٠	١,٥٦	١,٤٠	١٠
٢,٩٢		١٢	١,٢٨٧		١٢
٢,٥٦		٨	١,٢٣٤		٨
٢,٥٧	١,٨٠	١٠	١,٢٦٧	١,٢٤٥	١٠
٢,٥٩		١٢	٢,٢٠١		١٢
٢,١٨		٨	١,٢٤٢		٨
٢,٧٢	١,٨٥	١٠	١,٢٧٧	١,٢٥٠	١٠
٢,٢٧		١٢	٢,٢١٣		١٢
٢,٢٩		٨	١,٢٥٢		٨
٢,٨٧	١,٩٠	١٠	١,٢٩٠	١,٢٥٥	١٠
٢,٤٥		١٢	٢,٢٢٨		١٢
٢,٤٢		٨	١,٢٦٢		٨
٢,٥٢	١,٩٥	١٠	٢,٢٠٢	١,٢٦٠	١٠
٢,٦٣		١٢	٢,٢٤٢		١٢
٢,٥٣		٨	١,٢٧٢		٨
٢,١٦	٢,٠٠	١٠	٢,٢١٥	١,٢٦٥	١٠
٢,٧٩		١٢	٢,٢٥٨		١٢
			١,٢٨٢		٨
			١,٢٢٨	١,٢٧٠	١٠
			٢,٢٧٢		١٢

وهذا الجدول يشتمل على ثلاثة أطوال مختلفة لجميع المحيطات المتوسطة من ابتداء ٦٠ م الى ٢ م وهاتان النهايتان كافيتان في الاعمال والاشجار التي يحيطها ٦٠ م قليلة القوة ويلزم منها عدد كبير لمل الروامس والاشجار التي يحيطها أكبر من ٢ م صعبة النقل من محلها للمحل العمل وأحيانا تستعمل أخشاب المنازل في عمل الروامس ومعرفة حجمها يكون بضرب العرض المتوسط في النصف المتوسط ثم في الطول

مثلا إذا فرضنا ان المحيط المتوسط لشجرة من شجر النام ٣٠ م وطولها ١٠ م وكان المطلوب عمل رومس من هذا النوع نصبت عن مكعبها في جدول (٢) فنجده ٣٤ م ١ م ٢ م ويكون بمقتضى جدول (١) أكبر ثقل يحمله هذه الشجرة ولم تقطس ٦٠٣ كيلوجرام تقريبا فإذا عمل من هذا النوع ست أشجار رومس يكون أكبر ثقل يحمله ٣٦١٨ كيلوجرام فان طرحنا من ذلك ثقل الانحساب التي تستغرق فوق الرومس لاجل تكويته الذي هو ٨٩٠ كيلوجرام قريبا من الربع يكون الباقي ٢٧٢٨ كيلوجرام هو أكبر ثقل يحمله هذا الرومس ولم تقطس فلو فرضنا عمل قنطرة من رومس من هذا النوع موزعة بحيث يكون مقدار المسافة بين محوري رومس متوالين ٧٠ م ٣ م وعسكرا لبيادة ترفوق تلك القنطرة في هيئة قطر رأسه ثلاثة أنفار وأردنا معرفة الثقل

يقال ان النفر الواحد يشغل في سيره ميتر تقريبا وثقله ٨٠ كيلوجرام وان كل رومس يمر عليه ١٢ نفرا فيكون الثقل الواقع على الرومس الواحد من ١٢ نفرا هو ٩٦٠ كيلوجرام ويكون الفرق بين هذا الثقل والثقل الذي يحمله الرومس المذكور ١٧٦٨ كيلوجرام وان كان الخشب متوسط الكثافة فالرومس الواحد يحمل ١٦ نفرا بفرض ان رأس القطر يكون أربعة أنفار واذن يكون الثقل الواقع على الرومس الواحد ١٢٨٠ كيلوجرام وبانسقاطه من وزن ما يحمله الرومس يكون الباقي ١٤٤٨ كيلوجرام

• (١٩٧) •

• (في حجم البرميل) •

الطريقة المستعملة في حساب حجم البرميل يعتبر فيها أن البرميل مركب من مخروطين ناقصين مجتمعين في قاعدتيهما الكبرى وكيفية حساب حجم البرميل أن يضرب محوره في ثلث مجموع إحدى قاعدتيه الصغرى والكبرى والوسط المتناسب بينهما

فإذا كان المطلوب إيجاد حجم برميل قطره إحدى قاعدتيه

الصغرى ٧٠، ٧٠ وقطر قاعدته الوسطى ٨٠، ٨٠

وطوله أى محوره ٣٠، ٣٠ م يحسبون

حجم البرميل



$$= \frac{(70 \times 70 + 70 \times 80 + 80 \times 80) \times 30}{6} = 614,000$$

٦١٤٠٠٠

وحيث أن الأبعاد المقروضة سابقا تعتبر قياسا من خارج البرميل فإن ضرب العدد

٦١٤٠٠٠ م في ١٠٠٠ كيلوجرام وهو وزن المتر المكعب من الماء المحلول

يكون المحاصل ٦١٤ كيلوجرام هو ثقل الماء الذي يصفه البرميل لو غمر جميعه

في الماء

(وهناك طريقة ثانية) التي أنه يمكن معرفة حجم البرميل بأن تجمع ٢٥ مربع

قطر دائرة إحدى نهايتيه و ٣٩ مربع قطر دائرة وسطه و ٢٦ حاصل ضرب

هذين القطرين ثم تضرب حاصل جمع هذه الأبعاد الثلاثة في العدد ٠,٠٠٨٦ وفي

طول البرميل

وبوضع القروضات المتقدمة في هذه الطريقة يكون حجم البرميل

$$= (25 \times 70 + 39 \times 80 + 26 \times 70 \times 80) \times 0,0086 = 614,000$$

٦١٤٠٠٠ م

وإذا كان وسط محيط البرميل يقرب من معنى القطع المكافئ يكون نصفه عبارة عن

قطع مكافئ ناقص

وحجم البرميل في هذه الحالة يساوى حاصل ضرب ربع قطر الدائرة المتوسطة بين

•(١٩٨)•

الدائرة الكبرى والصغرى (وهذا القطر يحدث من إضافة ثلثي الفرق بين قطري الدائرتين المذكورتين على قطر الدائرة الصغرى) في ربع النسبة ٧٨٥٤، ثم في طول البرميل

مثلاً إذا كان قطر الدائرة الكبرى ٨٥ و قطر الدائرة الصغرى ٧٠، م يكون الفرق بين القطرين المذكورين هو ١٥ م ويكون ثلثا هذا الفرق هو ١٠ م وبإضافة هذا العدد ١٠ م على ٧٠ م يحدث ٨٠ م وهو قطر الدائرة المتوسطة وكان طول البرميل ١٣٠ م يكون حينئذ حجم البرميل = ٨٠ × ٧٨٥٤ × ٢٠ × ١ = ٢٥٣٤ م^٣ والمجدول الآتي مبين فيه أبعاد البراميل والانتقال التي تحملها

نمرة	قطر		طول بالمتر	وزن البرميل بالكيلوجرام	وزن الماء المضاف بالكيلوجرام	فرق الوزنين كيلوجرام
	الوسط بالمتر	الطرف بالمتر				
١	٠٫٣٨	٠٫٣٦	٠٫٤٢	١١٫٦٢	٤٥٫٦٠	٣٣٫٩٨
٢	٠٫٤١	٠٫٣٦	٠٫٤١	١٣٫٤١	٤٨٫٧٢	٣٥٫٣١
٣	٠٫٤٢	٠٫٣٨	٠٫٤٢	١٤٫٣٠	٥٩٫٠٠	٤٤٫٧٠
٤	٠٫٥١	٠٫٤٦	٠٫٥٦	٢٢٫٠٠	٨٠٫٥٠	٥٨٫٥٠
٥	٠٫٥٩	٠٫٥٠	٠٫٦٢	٢٥٫٩٢	١٤٥٫٧٢	١١٩٫٧٩
٦	٠٫٦١	٠٫٥٦	٠٫٧٠	٣٧٫٠٠	١٨٤٫٠٠	١٤٧٫٠٠
٧	٠٫٧١	٠٫٥٩	٠٫٨٥	٤٥٫١٤	٢٨٦٫٩٧	٢٤١٫٨٢
٨	٠٫٧٤	٠٫٦٣	٠٫٧٩	٤٥٫٦٠	٢٩٢٫٦٨	٢٤٨٫٠٨
٩	٠٫٧١	٠٫٦١	٠٫٨٩	٥١٫٠٠	٣٠٥٫٠٠	٢٥٤٫٠٠
١٠	٠٫٧٧	٠٫٦٤	٠٫٩٠	٥٦٫٣٢	٣٢٩٫٠٠	٢٧٢٫٦٨
١١	٠٫٧٩	٠٫٧٠	٠٫٩٨	٦١٫٦٠	٤١٤٫٠٠	٣٥٢٫٤٠
١٢	٠٫٨٦	٠٫٧٩	٠٫٨٩	٥٤٫٥٢	٤٧٣٫٨٢	٤١٩٫٢٩
١٣	٠٫٧٩	٠٫٦٣	١٫٢٩	٦٩٫٢٩	٥١٩٫٤٠	٤٥٠٫١١
١٤	٠٫٨٦	٠٫٦٢	١٫٣٥	٧١٫٠٠	٥٩٧٫٠٠	٥٢٦٫٠٠
١٥	٠٫٨٩	٠٫٧١	١٫١٩	٧١٫٠٠	٦٠٥٫٢٤	٥٣٤٫٢٤

مثلاً إذا كان المطلوب إنشاء قنطرة من البراميل المينة في هذا الجدول بالعمرة ٤ أو ٦
أو ٩ أو ١٤

يقال أولاً وأخذنا من الجدول المذكور ٤٤ برميلا من عمرة ٤ لوجدنا ثقلها
٩٦٨ كيلوجرام وأكبر ثقل تحملها في الماء ٢٥٧٤ كيلوجرام وإذا وضعنا
٢٢ برميلا صفيين متجاورين وثبتناها بقطعة خشب في جهة طولها وبمثل ذلك
وضعنا ٢٢ برميلا الباقية وثبتناها بالجرعين ببعضهما بقطع خشب في جهة عرضها
لتكون من هذين المجموعتين رومس طوله ٦١٦ م وعرضه ٢٢ م

وثانياً وأخذنا من الجدول المذكور ١٨ برميلا من عمرة ٦ لوجدنا ثقلها
٦٦٦ كيلوجرام وأكبر ثقل تحملها في الماء ٢٦٤٦ كيلوجرام وإذا وضعناها
صفيين وثبتناها بأخشاب طولاً وعرضاً لتكون منهار رومس طوله ٩١ م وعرضه

١٨ م
وثالثاً وأخذنا ١٠ براميل من عمرة ٩ لوجدنا ثقلها ٥١٠ كيلوجرام
وأكبر ثقل تحملها في الماء ٢٥٤٠ كيلوجرام وإذا وضعناها صفيين متجاورين
وثبتناها بأخشاب طولاً وعرضاً لتكون منهار رومس طوله ٤٤ م وعرضه

١٨ م
ورابعاً وأخذنا خمسة براميل من عمرة ١٤ لوجدنا ثقلها ٣٥٥ كيلوجرام
وتحمل ٢٦٣٠ كيلوجرام وإذا وضعناها بأشباب بعضها صفاً واحداً لتكون
منهار رومس طوله ٤٣ م وعرضه ١٣ م وبمعرفه ما ذكرته في القنطرة
المطلوب يقع بهار رومس توافق طول القنطرة وعرضها

(٢٠٠)

(مسألة)

المطلوب معرفة مقدار الجزء الذي يغطس من قلوكة كائنة بقنطرة عسكرية بواسطة
ثقلها بقل معلوم

لذلك نقرض أن مقدار ارتفاع الجزء الغاطس $\leq = \text{سم}$ وارتفاع القلوكة
 $\text{هـ} = \text{د}$ وعرضها ل وطول قاعدتها السفلى $\text{س} = \text{هـ}$ و $\text{ا} = \text{ب} = \text{د}$
 $\text{و} = \text{ا} = \text{هـ} = \frac{\text{س}}{2}$ ثم نبعث من مقدار حجم الجزء الغاطس من القلوكة فنجد من

الشكل أن

$\text{ح} = \frac{\text{س} \times \text{س}}{\text{و}^2}$ ومن الشكل نجد أيضا

$$\text{ح} = \frac{\text{س}^2}{\text{و}^2} + \text{هـ} = \text{ح} + \text{هـ}$$

$$\frac{1}{\text{و}^2} = \frac{\text{هـ}}{\text{ح} + \text{هـ}}$$

وبحقيقة تكون مساحة شبه المنحرف

$$\text{س} = \text{ح} + \text{هـ} = \frac{\text{س}}{2} + \frac{\text{س}}{2} = \text{س}$$

$$\text{و} = \frac{\text{س}}{2} + \text{هـ} = \frac{\text{س}}{2} + \frac{\text{س}}{2} = \text{س}$$

$$\text{و} = \frac{\text{س}}{2} + \text{هـ} = \frac{\text{س}}{2} + \frac{\text{س}}{2} = \text{س}$$

حجم الجزء المغمور $\text{هـ} = \text{س} \text{ل} + \frac{\text{ل} \text{س}^2}{\text{و}^2}$

وبضرب هذا الحجم في ١٠٠٠ كيا وجرام ثقل الميزر المكعب من الماء بفصل نقل

حجم الماء المخلوف وبالرمز يعرف ح لنقل حجم الماء المخلوف المذكور يكون

$$\text{ح} = ١٠٠٠ \left(\text{ل} + \frac{\text{ل} \text{س}^2}{\text{و}^2} + \text{هـ} \right) \quad (١)$$

$$\text{س} = \frac{\text{و}^2}{\text{ل}} + \frac{\text{و}^2 \text{و}}{\text{ل}^2} + \frac{\text{و}^2}{\text{ل}^2} \quad (٢)$$

والعادة الجارية عند البحار أن يكون في الغلايك الكبيرة مقدار

$$\text{و} = ٦٩٩ \text{ م} \text{ و } \text{ل} = ٤٧٤ \text{ د ا م} \text{ و } \text{هـ} = ٠.٨٢ \text{ م} \text{ و } \text{س} =$$

$$\text{م} \text{ و } \text{و} = ٢٤٦ \text{ م} \text{ وفي الغلايك الصغيرة } \text{و} = ٦١٠ \text{ م} \text{ و } \text{ل} = ١٢٢ \text{ م}$$

$$\text{و} = ٠.٦٥ \text{ م} \text{ و } \text{س} = ١٠.٦٧ \text{ م}$$

وبوضع المقادير الرتبة باعتبار الغلايك الكبيرة في قانون (٢) يتحول الى

$$\text{س} = \frac{٢٢.٦٢٨}{\text{و}^2} + \frac{٠.٠٠٧٠٤٦}{\text{و}^3} + \frac{٦٩.٩٠٩٠٤٤}{\text{و}^4}$$

وفي



* (٢٠١) *

وفي هذا القانون لا يمكن أن يتعدى مقدار ع ٥٩٢٠ كيلوجرام من غير أن
يغطي ال سم مقدار زيادة عن ٢٩٩ م

وبوضع المقادير الرخبة الانجر باعتبار الفلايك الصغيرة في قانون (٢) يؤول الى

$$\text{سم} = ٤٠٠٩٧٦٧ + ٥٠٠٩٢٧٢ \times \text{ع} - ٣٤٢٢$$

وفي هذا القانون اذا زاد مقدار ع من ٣٤٢٢ كيلوجرام يزيد معنى الفلوكة
عن ٦١٠ م

* (مسألة) *

المطلوب معرفة الثقل الذى يشحن في فلوكة بشرط أن ينطس جزء منها لحد ارتفاع
معلوم

لذلك نستخرج من معادلة (١)

$$\text{ع} = \frac{٥٠٠ \text{ ل سم}^2}{٢} + ١٠٠٠ \text{ ل سم}$$

فاذا كانت الفلايك كبيرة تؤول هذا المعادلة الى

$$\text{ع} = ١٧٣ \text{ ر} + ١٤١ \text{ سم}^2 + ٨٦٨ \text{ ر} + ٧٤٩٠ \text{ سم} \quad (٣)$$

وان جعل في هذه المعادلة سم = ٢٩٩ م يكون ع = ٥٩٢٠ كيلوجرام
وهو وزن حجم من الماء يساوى حجم الفلوكة الكبيرة واذا كانت الفلايك صغيرة تؤول
معادلة (١) الى

$$\text{ع} = ٢١٣٤ \text{ سم}^2 + ٩٩١٨٧٦ \text{ سم} \quad (٤)$$

وان جعل فيها سم = ٦١ م يكون ع = ٣٤٢٢ كيلوجرام
وهو وزن حجم من الماء يساوى حجم الفلوكة الصغيرة وبواسطة معادلة (٣) و (٤)
صار حساب الجدول الآتى من ٠.٣ م الى ٠.٣ م

•(٢٠٢)•

ملاحظات	وزن حجم الماء المخفض		انغمار الفلوكة
	فلوك كبيره	فلوك صغيره	
وفي هذه المقادير اضيف	٢٢٦	١٤٩	٠,٠٣
وزن الفلوكه فلاجيل	٤٥٤	٣٠١	٠,٠٦
معرفته ووزن حمل الفلوكه	٦٨٥	٤٥٥	٠,٠٩
يلزم ان يطرح من هذه	٩١٩	٦١٠	٠,١٢
الاعضاء وزن الفلوكه	١١٥٥	٧٦٨	٠,١٥
	١٣٩٥	٩٢٧	٠,١٨
	١٦٣٥	١٠٨٨	٠,٢١
	١٨٨٠	١٢٥١	٠,٢٤
	٢١٢٠	١٤١٧	٠,٢٧
	٢٣٧٥	١٥٨٤	٠,٣٠
	٢٦٢٦	١٧٥٨	٠,٣٣
	٢٨٨٠	١٩٢٣	٠,٣٦
	٣١٢٧	٢٠٩٥	٠,٣٩
	٣٣٩٥	٢٢٧١	٠,٤٢
	٣٦٥٨	٢٤٤٧	٠,٤٥
	٣٩٢١	٢٦٢٦	٠,٤٨
	٤١٨٩	٢٨٠٦	٠,٥١
	٤٤٥٦	٢٩٨٧	٠,٥٤
	٤٧٨٠	٣١٧٣	٠,٥٧
	٥٠٥٥	٣٣٥٩	٠,٦٠
	٥٢٨٢		٠,٦٣
	٥٥٦١		٠,٦٦
	٥٨٤٨		٠,٦٩

وبالاطلاع

وبالاطلاع على هذا الجدول يعلم ان الفلوكه الكبيرة تقطس بقدر ١٥ ، ٢٠ م بحمولة تقرب من ١١٦٠ كيلو جرام الذي هو وزن الفلوكه ومهماتا والصغيرة تقطس بقدر ١٥ ، ٢٠ م بحمولة تقرب من ٧٧١ كيلو جرام الذي هو وزن الفلوكه ومهماتا

والعادة التجارية في وضع القنطار العسكرية ان توزع الفلايك بحيث تكون المسافة بين كل فلوكة والتي تليها قدر عرض هذه الفلوكه ولا تكون اصغر منه وأحيانا تكون اكبر منه ففي هذا الاعتبار توزع الرجال والمهمات التي تمر على القنطرة بالنسبة لكبر هذه المسافة

وفي حالة العبادة الكبيرة قل عر فوق القنطرة هو الضار قول الذي كل صف فيه مركب من أربعة رجال فان فرض ان الفلايك موزعة بحيث يكون البعد بينها ٦٠ و ١٠ م فيكون في هذه الحالة فوق الفلوكه والمسافة التي بينها وبين الفلوكه التي تليها عشرون رجلا ووزن العشرين رجلا يفرض ان وزن الرجل الواحد ٨٠ كيلو جرام هو ١٦٠٠ كيلو جرام وحيث ان وزن الفلوكه الكبيرة ومهماتا ١١٦٠ كيلو جرام فيكون مجموع وزن العشرين رجلا والفلوكه ٢٧٦٠ كيلو جرام وانقمار الفلوكه في الماء من ثقل هذا المجموع كما في الجدول السابق هو ٣٤٥ ، ٢٠ م وحيث ان انقمار الفلوكه وحدها بمهماتا هو ١٥ ، ٢٠ م فيكون ثقل العشرين رجلا يستوجب انقمار الفلوكه الكبيرة بقدر ١٩٥ ، ٢٠ م وهو الفرق بين الانقمارين

فان كانت الفلوكه المستعملة صغيرة فيكون

كيلو جرام

١٦٠٠ وزن العشرين رجلا و

٧٧١ وزن الفلوكه الصغيرة ومهماتا ويكون

٢٣٧١ مجموع الوزنين

وانقمار الفلوكه المقابل لهذا المجموع كما في الجدول هو ٤٤ ، ٢٠ م

واذا طرح منه مقدار انقمار الفلوكه من ثقلها ونقل مهماتها هو ١٥ ، ٢٠ م

فيكون الباقي مقدورا تقطس به الفلوكه من ثقل العشرين رجلا وهو ٢٩ ، ٢٠ م

• (٢٠٤) •

وفي حالة السوارى أكبر قفل يمر على القنطرة هو قفل قول كل صغرى كى من خيالن
وحيث ان الحصان يشغل مضافة ثلاثة أمتار أو تسعة أقدام فان فرض ان الفلوكة
بعيدة عن تاليتها بقدر أربعة أو خمسة أقدام تكون كل واحدة تحمل صفوا واحدا

وبما ان متوسط وزن الحصان ٤٥٠ كيلوجرام

وزن الخيالى وسلاحه ومهماتا ١٣٨ كيلوجرام

ومجموع وزن الحصان والخيالى هو ٥٨٨

وسكون وزن الخيالىين معا ١١٧٦ فان أضيف الى ذلك وزن الفلوكة

الكبيرة ومهماتا

وهو ١١٦٠

يكون المجموع ٢٣٣٦ كيلوجرام وزن الخيالىين والفلوكة معا

وهذا المجموع يقابل فى الجدول لانتشار قدره ٢٩ م

واما فى حالة الفلوكة الصغيرة فيكون وزن الخيالىين ١١٧٦ كيلوجرام

وزن الفلوكة ومهماتا ٧٧١ كيلوجرام

ويكون مجموع الوزنين هو ١٩٤٧ كيلوجرام

وهذا المجموع يقابل فى الجدول لانتشار قدره ٣٦ م

وفي حالة الطويحية حيث ان وزن مدفع عيار ١٢ بمافيها القنداق والمجفانه هو

٢٢٥٠ كيلوجرام تقريبا فان أضيف لهذا الوزن وزن ٦ من الخيل كل واحد منها

٤٥٠ كيلوجرام وكذا وزن ٣ طويحية كل واحد منهم ٨٥ كيلوجرام

يكون مجموع الثلاثة اوزان هو ٥٢٠٥ كيلوجرام والطول الموزع عليه هذا المجموع

هو ١٣ م يافى ٥ فلايك تقريبا فان كان التوزيع بالتساوى يكون الواقع

على كل فلوكة ١٠٤١ كيلوجرام من غير ان يدخل فى ذلك جزء القنطرة ولكن

التوزيع ليس بالانتظام والفلوكة الواقع عليها المدفع تحمل ثقلا أكثر من جميع

الفلوكات الأخرى

فان اردنا معرفة وزن ما تحمله الفلوكة الواقع عليها المدفع نقول ان البعد بين محور

المجفانه ومحور المدفع هو ثلاثة أمتار تقريبا وحيث قد قدر ٢٢٥٠ كيلوجرام الذى

هو ثقل المدفع والقنداق والمجفانه يكون موزعا بالاقل على فلوكتين يعنى ان كل

منهما

(٢٠٠)*

منها تحصل النصف وهو ١١٢٥ كيلوجرام من غير ان يخلو وزن جزء القنطرة فان
أصيف اليه هذا الثقل ١١٢٥ كيلوجرام يكون المجموع ٢٢٨٥ كيلوجرام هو
الثقل الواقع على كل فلوكة

ومن الجدول المتقدم ذكره يعلم ان الاتصاف المقابل لهذا المجموع هو ٢٨٥ و ٢٠ م
وعيان الفلوكة تنحرف من ثقلها وتقل مهماتها بقدر ١٥ و ٢٠ م فاذا طرحنا
١٥ و ٢٠ م من ٢٨٥ و ٢٠ م يسكون الباقي ١٢٥ و ٢٠ م وهو اتصاف
الفلوكة من ثقل المدفع والمجخانة وهو أقل من الحاصل من البياض والسواري
(في خواص الاخشاب وحفظها ومئاتها)*

اذا قطعت شجرة بسلح عمودي على اتصاف طولها يظهر انهار كسبة من ثلاثة اجزاء
وهي القلب والمساين والقشر اما القلب فهو مادة رخوة توجد في محور الشجرة تقريبا
على هيئة اسطوانة قطرها بعض ميلترات واما المساين فيتركب من طبقات حول
المحور تتناقص صلابتها كلما بعدت عنه والطبقات القريبة من المحور هي الخشب
المستعمل في الاشغال لكونه ذا صلابة عظيمة واما القشر فهو مادة قليلة الصلابة كثيرة
الفلوق ولا بد من ازالته من الخشب والاتغن بصرة
ثم ان الشجرة في كل سنة يتكون فيها طبقة جديدة
تكتسب الشجرة غلظا لكون جزء منها ينضم الى القلب
ويحتل شيئا فشيئا ويتكون ويكتسب صلابة ثم يصير
ما بين والمجزء الاخر يتكون مع القشر والخشب يتركب
من البياض وطولها موازية لبعضها تعرييا فلذا كان اعظم
صلابة في جهة الطول المذكور



ثم ان الخواص الجيدة للاخشاب هي الصلابة والتماسك وانتظام النسج واللين الذي
يحتاجه للاعمال

واما العيوب التي تشاهد في الاخشاب فهي العقد والتلافق والتفوق والاقراص
والثقل والمخرو والتسوس

اما العقد فتشاهد من عدم استقامة العروق وما يصعب استعمال الخشب في عمليات
النجارة واما التلافق فهي عروق ملتفة بواسطة نسر منقطع اتصالا وبذلك تقل صلابة
الخشب ونقصاها تاثيرا لرياح الشديدة في الاخشاب حال ضعفها واما التفوق فهو

وجود طبقة غير صلبة منشأها البرد الشديد وأما الأقراص فهي فلولق هييفة مستديرة متجهة جهة المركز توقف سبر العروق ويتسبب عنها أقله صلابة الاشجار وانكسارها وتولد منها تسوس ونشأ هاشدة البرد والهواء وأما التعلق فهو عبارة عن شروخ غير عميقة تظهر في اتجاه العروق ومنشأها سرعة جفاف الطبقة العليا من الخشب وعند استعمال هذا الخشب يلزم إزالة الطبقة العليا التي حصل فيها الفلولق وأما الخشونة وتعفن ينشأ في الخشب متى لم يتم تصاعد المادة المغذية له بالتحفيف وهذا الخشب يضر بالاختساب الموجود فيها وبالاختساب المجاورة لها أيضا وأما التسوس فيحدث من ديدان صغيرة تأكل قلب الخشب

• (حفظ الخشب) •

تحفظ الخشب من العيوب في البلاد التي يجلب منها طريقتان الطريقة الأولى أنه يلزم بعد إزالة الأجزاء المعطوبة منه ووضع الفطران محلها أن يجعل تحت سقايف ذات هواء متجدد إلى أن يتصاعد ما به من المواد الرطبة ويتم جفافه وأن وضع في المساني غير تام الجفاف نشأ عنه مضرتان أحدهما تسوس الخشب والثانية ظهوره فلذا يشاهد في البلاد التي تجلب منها الاختساب أن الاختساب المهيئة للعمارات تجعل عرضة للحوادث الجوية مدة سنوات والمهيأ منها للتقفيف يكفي له ثلاث سنوات وأما الذي يراد تغييره فيترك خمس سنوات

الطريقة الثانية أن تعمر الاختساب بعد إزالة الأجزاء المتعفة في الماء مدة من الزمن ثم تعرض بعد ذلك للهواء حتى يتم جفافها ويمكن بدل وضعه في الماء أن يدفن في الرمل أو في الأرض الرطبة مدة من الزمن ثم يجفف بعد ذلك في الهواء وقد تدهن الاختساب بيوية الزيت بعد وضعها في محلها لحفظها

وبواسطة التجربة اخترع طريقة لحفظ الاختساب وهي أن يدخل في عروق الشجر مادة تسمى بيرولونيت الحديد وهي ملح متحصل من وضع قطع من الحديد في حمض الأزوتيك الحام الذي يتولد من تقطير الاشجار وكيفية ادخال هذه المادة أن يضع حوض قريبا من أسفل الاشجار قبل قطعها وتوضع فيه هذه المادة ذائبة ثم يغمر في أسفل كل شجرة ثمرتان من جهتين متقابلتين فعند تصاعد الكيوس فيها تجذب معه هذه المادة فتسري داخل العروق منتشرة إلى أعلى

أو أن تصعد الاشجار سفار أسيا بعد قطعها ثم يوضع الحوض محاذيا لها من أعلى فيواسطة

فبواسطة الجلب تنتشر المادة من أعلى إلى أسفل في جميع أجزاء الشجر وقد وجدنا بالتجربة ان هذه المادة سهلة اليرقان في بعض الاخشاب وصعبة في غيرهما بحيث لا تمرى الا في الطبقات العليا وهذه الطريقة يمكن تلوين الاشجار باستعمال المواد الملونة وقد استعملوا في بعض العمليات سلفات النحاس بدل هذه المادة

• (طريقة أخرى لحفظ الاخشاب وتحقيفها) •

وهي ان توضع الاخشاب التي يراد حفظها وتحقيفها في صندوق من خشب البالوط ليس به منفذ في جانب من جوانبه وقريبا من قاعه حنفية ثم يملأ ماء ويوضع قريبا من ثور مركب عليه قران كبير يحكم النطاه وملو بالماء وبه أنبوبة موصلة للصندوق ثم توفد النار تحت القران فيفيض الماء فتحدث حرارة تسمى من الأنبوبة الى الصندوق فيفيض الماء الموجود فيه فاذا مضى صبه بواسطة الحنفية وهكذا حتى يشاهد ان الماء يسل من حنفية الصندوق رائقا لا تغيره فاذا كان كذلك علم ان العملية قد تمت وقد شوهد من هذه العملية ان الخشب يكتسب خواص وهي (أولا) ان الاخشاب تزداد تلك المتانة (وثانيا) ان الاخشاب التي كانت تستغرق عدة سنوات في جفافها تصف بواسطة هذه العملية بسرعة (وثالثا) ان الاخشاب التي لا تصلح لنشي تصير بهذه العملية صلبة صالحة لكثير من الاعمال (ورابعا) الاخشاب التي جرت عليها هذه العملية لا يحصل بها تعلق ولا يكون لها وس عليها سلاطة (خامسا) ان الاخشاب تصير لينة بحيث يمكن تعديل المنحنى وحشى المستقيم منها وقد يمكن أيضا بهذه الطريقة تلوين الاخشاب وكيفية ذلك ان يستبدل الماء بمادة ذاتية يدخلها اللون المطلوب أو بعد غليان الخشب مرة واحدة بالطريقة المتقدمة توضع المادة الملونة فيتلون باللون المطلوب

ويمكن ان يوضع ملح الطعام في الصندوق المتقدم فبواسطة ذلك لا يتكون الاخشاب عرضة للتلف

ولاجل ان لا يصحكون الخشب قابلا للاحتراق يلزم وضعه في مادة يدخلها الشب

وسلفات الحديد

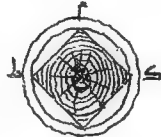
• (في الرسم على قطاع الشجر لاجل نشره قطعاً الاشغال) •

المطلوب رسم أكبر مربع يمكن رسمه على قطاع قطعة خشب مستديرة لذلك بحيث من مركز قطاع القطعة المذكورة وليكن نقطة ج ثم نمر منها قطرين

(٢٠٨)

متعامدين م ه ط ك ثم نصل الاربعة اوتار م ط ز ط ه ه ك و ك م
فيحصل المربع المطلوب م ط ه ك

واما اذا كان المطلوب معرفة مقدار ضلع اكبر مربع يمكن
رسمه على قطاع قطعة خشب مستديرة بالحساب
طول محيط قطاعها معلوم وليكن ٨٨٤٩ و ١ م فلذلك
نرمز بالرمز سه لضلع المربع المجهول وبالرمز ه
لقطر المحيط المعلوم ونشاء على ما تقدم يكون مقدار

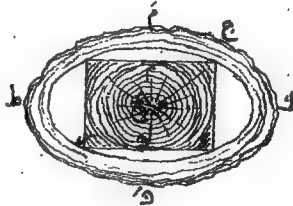


$$\text{وحيث ان يكون نصف القطر} \quad ٢٠.٦٠ = \frac{٢١, ٨٨٤٩}{٢, ١٤١٦} = ٧$$

$$\text{فق} = ٢٠.٣٠ \text{ ويكون سه} = ٧ \sqrt{٢} \text{ نق} = ٢٠ \times ٧ = ١٤٠ \text{ او} \\ \text{سه} = ٢٠.٤٢$$

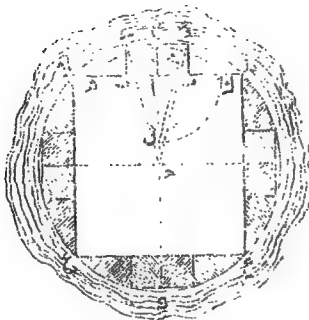
او يقال نسبة ضلع المربع المرسوم في الدائرة لنصف قطرها :: ٢ : ٢ يعني
سه : ٣٠ :: ٢ : ٧ او سه = ٢٠.٤٢

واذا كان المطلوب رسم اكبر مستطيل يمكن رسمه على قطاع قطعة خشب شكله قطع
ناقص فعين مركز القطع الناقص
وليكن نقطة ح ثم نرمس منها
محوريه الاكبر والاصغر ك ط
ر م ه ثم نصل الوتر م ك ونرمس
من المركز ح مستقيم ح ه موازيا
للوتر م ك ثم نرمس من نقطة ح
مستقيمي ح ع ر ح موازيين
للمحور الاكبر والاصغر وبمثل ذلك



نرسم من نقطة ه المستقيمين ه ع ر ه فيحصل المستطيل ح ع ر ه المطلوب
ولنبه على ان الرسم المذكور يعمل ابتداء على الطرف الاصغر ولاجل جعل الرسم
المشابه والمتاثر له على الطرف الاكبر ثبت بسيط اذا شاؤوا في نقطة م ونحرك الخشبة
حتى ان المحيط ينطبق على مستقيم م ه ثم ثبت الخشبة وبعين مركز الطرف الاكبر ح
وبواسطة

وبواسطة خيط آخر ذي شاقول يمر نقطة المركز ح نعين نقطتي م و ه على محيط الطرف الاكبر وحينئذ يكون المستقيمان م ه و م ه المتناظران في مستور رأسي ويسعد ذلك نرسم على المستقيم م ه الشكل المناظر للرسوم على الطرف الاصغر



واذا كان المطلوب تعيين نصف قطر قطعة خشب مستديرة بحيث انه يحدث من شققها مربوعان متساويان ضلع احدهما معلوم لذلك نرسم مستقيمين م ه و ط لهما متعامدين وفي جهة نقطة م نرسم مربعي المربعين العلويين ا ب د ه و ا ب د ه ثم نجعل نقطة ا مركزا ونصف قطرها نرسم قوس دائرة ك ل

ونجعل نقطة ل مركزا ونصف قطر ل ك نرسم قوس دائرة ك ع ه ثم نصل قطر المربعة ا ب فيقطع قوس ك ع ه في نقطة ع ونصل المستقيم ب ع ل ونرسم من نقطة ب مستقيما ب د موازيا للمستقيم ب ع ل فيقابل مستقيم م ه في نقطة د وهي مركز القطعة المألومة ويكون مستقيم د ه ونصف القطر المطلوب الموافق لقطعة الخشب د ب ب المفروضة

فاذا فرضنا ان قطاع احدى المربعات = ٠.٧ فيكون د ب = ٠.٢٧ و م ويكون القطر = ٠.٥٤ وبداخل ظهر الخشبة في الحساب نجد ان الخشبة التي قبل المسألة يلزم ان يكون قطرها ٠.٦ والشقة المركزية ط ك ح ع يكون

(٢١٠)

ضلعها ٣٨ م أو ٢١ = ١٩ م
ويكون هذا الرسم بعينه إذا كان المطلوب استنباط ألواح بأبعاد معلومة من شقي القطعة

(طريقة أخرى لإيجاد نصف القطر المذكور)

وهي أن نبتدي برسم القطعة $د ب د$ المستقيمة على المستقيمين المتعامدين $م ه و ط ك$ ثم نأخذ مستقيم $ب م = د = ب = د$ ونجعل نقطة $م$ مركزا ونصف قطر $م$ نرسم قوس $ك$ ثم نرسم مستقيم $م ه$ موازيا لمستقيم $ط ك$ ثم نجعل نقطة $ه$ مركزا ونصف قطر $ه ك$ نرسم قوس $ك ه د$ فيكون مستقيم $د = د = د$ هو نصف القطر المطلوب الموافق للقطعة المفروضة

والشكل الآتي بين أن

قطاع قطعة الخشب

مفصل ألواح ارتفاعاتها

مختلفة وإنما عند نشر الألواح

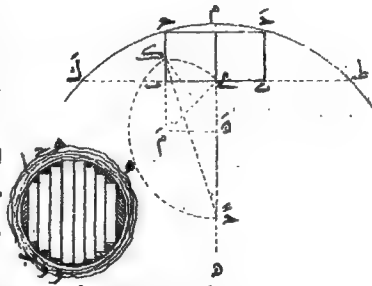
يجب أن تكون خطوط

ارتفاعاتها هي $ا ب د$

$د ه و د د$ الخ

رأسية بواسطة المحيط ذي

الشاقول



وأما هذا الشكل فيبين أن قطاع القطعة الخشب مفصل إلى عشرة

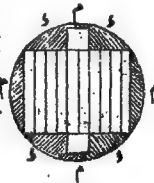
ألواح ارتفاعاتها متساوية وإلى مربوعين وأما الفضلات فهي

أربعة شكل أحدها $م$ وأربعة أخرى شكل أحدها $د$

وتنوع أشكال الرسم على قطاع قطعة الخشب المقطوعة على

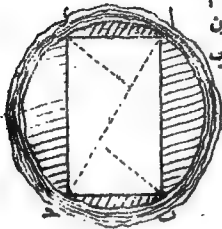
حسب أبعاد الخشب المطلوب سواء كان البناء أو غير

وإذا



(٢١١)

وإذا كان المراد استخراج الجزء الصلب الذي يصلح البناء من شجرة مقطوعة نفرض أن ab محيط قطاع الشجرة ونصل a قطره ونقسم هذا القطر إلى ثلاثة أقسام متساوية بتقدي ١ و ٢ ونقيم منها عمودى ١ و ٢ ثم نصل الأوتار b و ١ و ٢ و a و ١ و ٢ و a و ١ و ٢ فيكون المستطيل b و ١ و ٢ و a الحادث هو الجزء الصلب المطلوب وفى هذا الشكل يكون سهم الخشبة المطلوب وهو ١ أكبر من عرضها b وإذا وضعت عتبا أو فى مقف بحيث يكون السهم ١ رأسيا كان هذا الوضع مانعا لاختناها وهذا هو السبب الموجب لاعتبار هذا المستطيل عن أعظم مربع يرسم داخل المحيط المذكور ومساخات الشكلين المذكورين بقربان من بعضهما



(فى أخشاب السقوف وقوانينها)

أخشاب السقوف نوعان الأول الاعتاب والثانى المربوطات أما الاعتاب فتستعمل لوضع المربوطات عليها حين لا يمكن وضع المربوطات على المحيطان وأما المربوطات فهى قطع من الأخشاب أطرافها تنكب على الاعتاب أو المحيطان وهى حاملة لأرضية المصلات العليا ومسقة للحملات التى تحتها وهناك من جعل السقوف نوعين الأول أن يكون السقف مصنوعا من مربوطات تنكب على المحيطان والثانى أن يكون مصنوعا من اعتاب أصلية معشقة بها اعتاب أخرى صغيرة توضع فوقها المربوطات وتحمل علفة السقف والتجارب يدل على أن توضع المربوطات فى السقف بحيث يكون الفراغ قدرا للملان وأن ارتفاع المربوعة لا يكون أقل من $\frac{1}{4}$ من طولها وأما الاعتاب فيكون بعضها من ٣ الى ٤ م وارتفاع العتب لا يكون أقل من $\frac{1}{18}$ من طولها والقاعدة المتبعة أن تكون المربوطات متباعدة عن بعضها بقدر ٣٠ و ٤٠ م بين محورين متوالين وإذا رمزنا بالرمز $ح$ لعرض المربوعة و $ط$ لطولها و $س$ لسمكها الرأسى أو ارتفاعها يكون القانون

$$س = ٠.٣٦٢٦٦ \sqrt{\frac{ط}{ح}}$$

هو الذى يعلم منه امتدادات المربوعة إذا كانت من

الخشب النقي و

و = ٠.٣٧٩ . $\sqrt[3]{\frac{4}{\pi}}$ اذا كانت من البلوط
ولنذه على ان مقدار و لا يكون اقل من ٠.٠٥
وأما الاعتاب فيستعمل لهذا القانون

و = ٠.٦٩٢ . $\sqrt[3]{\frac{4}{\pi}}$ اذا كانت الاعتاب من خشب نقي و

و = ٠.٧١١ . $\sqrt[3]{\frac{4}{\pi}}$ اذا كانت الاعتاب من البلوط
وأما الاعتاب الصغيرة المشققة بالاعتاب الاصلية فيكون بعدها من بعضها من ١,٤٠
الى ٢ م ونسب امتداداتها بهذا القانون

و = ٠.٠٦٤ . $\sqrt[3]{\frac{4}{\pi}}$ اذا كانت الاعتاب من نقي و

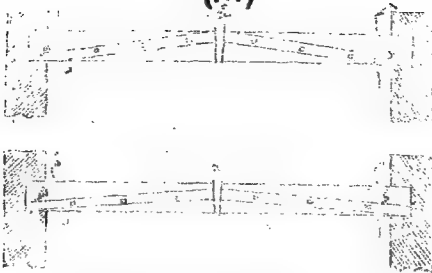
و = ٠.٥٨٢ . $\sqrt[3]{\frac{4}{\pi}}$ اذا كانت الاعتاب من بلوط
والمربوطات التي توضع فوق الاعتاب تحسب بمقاديرها كما تقدم
وأما المدادات المستعملة للعطف فعرضها لا يزيد عن ٠.٠٥ م وأما ارتفاعها فيحسب
بهذه القوانين

و = ٠.١٠٥ . $\sqrt[3]{\frac{4}{\pi}}$ اذا كانت من نقي و

و = ٠.١١١ . $\sqrt[3]{\frac{4}{\pi}}$ اذا كانت من بلوط

•(في الاعتاب الملبسة)•

الاعتاب الملبسة أنواع كثيرة تستعمل بحسب الاحوال ولتذكر ايسرها فنقول
اذا كان العتب الخشب ا ب م م يختص من اختصائه فليس بأربع قطع من الحديد
يوضع منها اثنتان د ه ه في السطح الرأسي الامامي للعتب ا ب م م
والاثنتان الاخرى ان يلبسان في السطح الرأسي الخلفي ثم تسمى كل قطعة من متقابلتين
فالتناظر ثلاث ج و بطات أو أكثر وقطعة الحديد الواحدة تارة يكون ملولها أقل
نصف طول العتب تارة يماحى ترك على الجامل ح وتارة يكون أقل من ذلك



(في اتصال اتجاهاين ببعض المنحنيات كالطرق والترع وغيرهما)
 لأجل سهولة السير يلزم أن تكون منحنيات الاتصال مماسة للاتجاهات المقروضة
 والاحسن أن يكون شكل تلك المنحنيات اما منحنى قطع مكافئ أو قوس دائرة وهو
 المختار في أغلب الاحوال بسبب أن انحناءه موزع بالتساوي على جميع نقاط منحنى
 الاتصال واتجاها يكون نصف قطر المنحنى صغيرا أو كبيرا على حسب الاهمية
 (في اتصال اتجاهاين متقاطعين ومتساويين بقوس واحد) *

مضى تعين نصف قطر منحنى الاتصال يلزم أن تعين مركزه ولذلك نقيم E و D على كل
 من الاتجاهين المقروضين مقدار كل E و D يساوي نصف القطر فتكون نقطة
 تلاقيهما هي المركز المطلوب وحيث ان هذه الطريقة غير مستعملة في تحديد المنحنى
 العظيم الاتساع على الارض التزمنا البحث عن كيفية تحديد القوس على الارض بغير
 مركزه ولأجل ذلك يلزم معرفة الزاوية θ (شكل ١) الواقعة بين الاتجاهين

اتجاه B و θ هو المطلوب اتصالهما بقوس B م A ومعرفة θ تكون بقراءة درجها
 في محل العمل ثم معرفة نصف القطر A و θ (الذي يفرض معلوما في أغلب
 الحالات خصوصا في سكك الحديد) ثم معرفة بعد كل من نقطتي التماس A و B
 عن رأس الزاوية θ ومول التماس A و B من هذا القانون

$$\frac{A}{\sin \theta} = R$$

* (٢١٥) *

الاشعة البصرية انما يلزم لذلك أن تكون زاوية ا م ب = هـ (شكل ٢) لنقطة م
كنقطة م من القوس المراد تحديده ثابتة بجميع نقاط القوس المذكور

ويمكن تعيين زاوية هـ

بدلالة زاوية ع المعلومة

ولذا يقال ان زاويتي هـ

و ع مع زاويتي ع و ج

من المثلثين ا م ب و ا م ج

مرتبطه بهاتين المعادلتين

$$١٨٠^\circ = ع + ع + هـ$$

$$١٨٠^\circ = ع٢ + ع٢ + ع$$

التي يستخرج منها زاوية

هـ والمجموع ع + ع

فن المعادلة الثانية نجد

$$ع + ع = ٩٠^\circ - ع$$

وبوضع $٩٠^\circ - ع$ في المعادلة الاولى بدل ما ساواه نجد

$$هـ = ٩٠^\circ + ع$$

فلو وضعنا جرافومتريين في كل من نقطتي الخماس ا و ب بشرط أن توجه العضادة
التي ثابتة لكل منهما على اتجاه الوتر ا ب وتعين بواسطة العضادتين المتحركتين

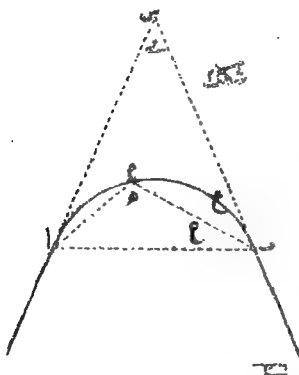
المسكن منهما زاويتين مختلفتين حاصل جمعهما $٩٠^\circ - ع$ لتحصل من تساوي

الشعاعين البصريين للجرافومتريين نقطة من القوس المطلوب ويتوالى العمل

بوجه ما ذكره تفصيل على نقط من القوس المطلوب بقدر ما يراد انما صعوبة هذه

الطريقة ناتجة من عدة اوجه وهي أولا يلزم وجود راصدين في آن واحد جرافومتريين

وثانيا يلزم أن تكون المسافة من الارض المصورة في قطعة الدائرة ا ب مكشوفة



•(717)•

بتمامها من وضعي ا و ب وثالثا ان نقطه المعنى الحادث تكون قليلة الانضباط
سبب تقاطع الاشعة البصرية في زوايا حادة جدا

• (الطريقة الثانية) •

يمكن تخطيط قوس مجهول المركز على الأرض بواسطة مسطرتين غير متساويتين
معلومة ١ و ٢ و ٣ (شكل ٣) في حالة ما يكون نصف قطره عشرة أمتار تقريبا

لذلك تثبت مسطرة ا م بمسطرة

م - ففقدت بينهما زاوية م التي

يلزم أن تكون ناسخة مجسم نقاط

القوس المطلوب تحديده ثم نضع في

وَأَمَّا قُلُوبُنَا فَمَا وَفَدْنَا

المطبخ: ينشط أن وسط قاء

المستطويين بسعة المستطويين
تساويان

نوجد دائما على نقطة ١ ومسطرة

ب م نوجد داعا على نقطة

فتلك الحُرصة يُعَدُّ القوس

• (الطريقة الثالثة) •

وهي تستعمل لتخطيط قوس في حالة ما يكون نصف القطر كبيراً جداً وفيها ثلاث حالات

لأنه يمكن حساب بعد أي نقطة كنقطة م من القوس المجهول المركز المراد تحديده

بواسطة أحد أركانها الرأسى أما بالنسبة لنصف القطر a و b و c = ثلثي المار

ما حدى نقطتي التماس واما بالنسبة لـ "حد المماس" ابنه $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ واما بالنسبة

قوتز اب

(الحالة الأولى) نستخرج الرأس م ه المجهول بالنسبة لنصف القطر نق

(شکل ۴) بحساب آنه وسط متناسب هندسی بین البعد ۱ و المتغیر من ابتداء

نقطة ١ مبدأ القوس وبين نق - أ هـ وحيث ان الحساب بالنسبة الى نق

والتخطيط على الأرض بواسطة يارزم له مسافة عظيمة من سطح الأرض داخل القطاع

اوب في حاله ما يكون نقي كمن ارجاها فالاحسن ان تعبس رؤسها نقط القوس

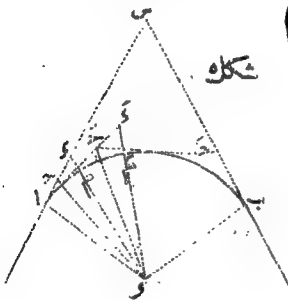
بالتقبة للماس امة

=(٢١٨)*

و م = ق ثم نصل مستقيم ح م ونأخذ على استقامته بعد م = ا = ل
ونصفه بنقطة د ونجعلها مركزاً ونصف قطر د ه ترسم قوس دائرة فيكون
ق م = ق ل وبتوالي العمل بوجه ما ذكر حدثت نقط ا م د م و د . . الخ القوس
المطلوب فخطبته لانه لو اقيم من تلك النقطة أعمدة على اتجاهات ا د د د د د
لتقاطعت في نقطة و مركز القوس وتكون حيث ثلثه تساوية ويكون اسم
محاسا للقوس في نقطة ا وأما مقدار بعد ق فيستخرج من هذا القانون

$$ل = ق جا \left(\frac{١٨٠ - س}{(١ + ع) ٢} \right)$$

شكله



الذي فيه س زاوية
المماسين و ع عدد
النقط المطلوب تحديد
من القوس بين نقطتي
المماس ا و ب
ولا اجل فخطبته هـ
القوس ع على الارض
بسهولة تأخذ المسطرة طاولا
بالاقل ق ل (شكل ٢)
مبتدأ في احدى نهايتها
قضيبة صغير مدرج

يتحرك حول مفصله منها ويمكن تثبيته على هذه المسطرة بواسطة مسمار مغلول بحيث
يجعل بينه وبين المسطرة الزاوية المطلوبة ثم تعدد على هذه المسطرة بعد

و د = ا هـ = ل
و تأخذ على المحرف الخارج للقضيبة الصغير
المحرك بعد و م = ق
ثم تثبت القضيبة على المسطرة بالانقراج اللازم
بحيث يكون بعد و د = م ثم بعد ذلك تضع اتجاه المسطرة على اتجاه المماس
بحيث تكون نقطة ا من المسطرة منطبقة على نقطة المماس ا فيثبت نقطة م

من

* (٢١٩) *

من المطرة لتحدد أول نقطة م من القوس فنغرس فيها وندا ونعلم أيضا محل نقطة
 د من انجباء المماس ثم ننقل المسطرة ونضعها في انجباء د م بحيث تكون نقطة
 هـ منطبقة على نقطة د ففي الوضع الثاني نقطة م من المسطرة تحدد النقطة
 م الثانية من القوس فنغرس فيها وندا وبمثل ذلك نجد في الارض باقى نقط
 القوس الى حد نقطة ب



واذا أردت معرفة مقدار انفراد
 قوس ا ب ليكون التقطيط على
 مقتضاه فاستخرج من هـ ب
 التناسب

قوس ا ب : ٢ ط بق :: ١٨٠ - سم : ٢٦٠ او

$$\text{قوس ا ب} = \text{ط بق} \left(1 - \frac{\text{سم}}{180} \right)$$

والرمز سم هو مقدار الزاوية المحصورة بين المماسين الذي يعلم بالدرج وكسوره في
 محل العمل

* (في اتصال مماسين متلاقين غير متساويين بمغنى) *

لا يتحصل احيانا على وجود مماسين متساويين بسبب وجود موانع كالمباني والمجبال
 والياد وغير ذلك فيضطر المهندس على اخذ مماسين غير متساويين

* (في اتصال مماسين متلاقين غير متساويين بمغنى قطع مكافئ) *

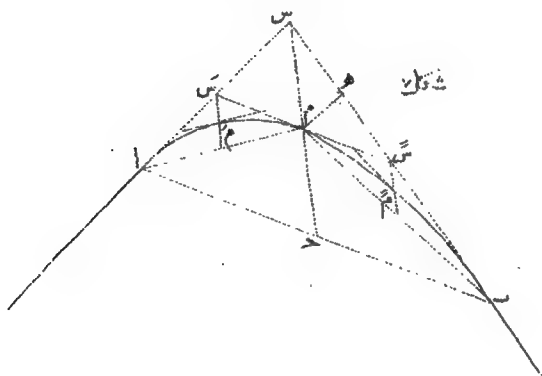
مغنى القطع المكافئ له خاصيتان واسطتهما يسهل به الاتصال

(الاولى) هي انه لو وصل مستقيم سم د بين نقطة سم تلاقي المماسين (شكل ٧)
 ونقطة د منتصف المستقيم ا ب الواصل بين نقطتي التماس لكانت نقطة م
 منتصف المستقيم سم د الموصول من مغنى القطع المكافئ

(والثانية) هي انه لو رسم من النقطة م مستقيم سم سم مواز للمستقيم ا ب
 الواصل بين نقطتي التماس لكان مماسا للقطع المكافئ ولندكر طريقتين لتقطيط
 القطع المكافئ فنقول

(٢٢٠)

(الطريقة الاولى) لتكن نقطتا التماس $ا$ و $ب$ ونقطة $س$ تلاقى المماسين
فلو وصلنا مستقيم $ا ب$ ونمفنا به نقطة $د$ ووصلنا مستقيم $د س$ لكانت
نقطة $م$ منتصفه من منحنى القطع المكافئ ولورسمنا من نقطة $م$ مستقيم
 $س س'$ موازيا لمستقيم $ا ب$ لكان مماسا لمنحنى القطع المكافئ وحينئذ
بواسطة تكرار العملية السابقة على يرقى المماس المذكور وهما $س م$ و $س' م$
يتحصل على تقاطعي $م$ و $م'$ وعلى عدة نقاط من منحنى القطع المكافئ المطلوب



وبهذه الاجراءات لا يحتاج لوجود مماسين متساويين ولا معرفة مقداريهما المديين
انما يجب معرفة مقدار البعد $م س$ و $ا د$

ولذلك نرسم من نقطة $م$ مستقيم $هـ$ موازيا لمستقيم $س س'$ فيكون

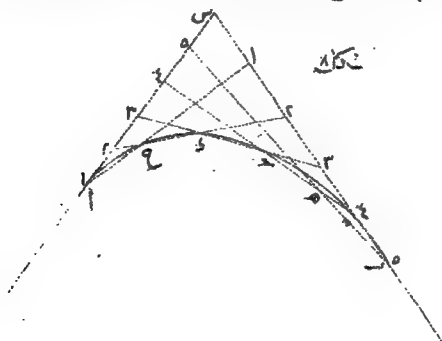
$$\begin{aligned} \frac{م س}{س س'} &= \frac{م هـ}{س س'} \\ \frac{م س}{س س'} &= \frac{م هـ}{س س'} \end{aligned}$$

زاوية

$$= (rri) =$$

زاوية سه هـ م مقمة لزاوية سه وحيث ذ يكون معلوما من المثلث م هـ سه ضلعا
م هـ ر هـ سه والزاوية هـ المحصورة بينهما فيعلم مقدار م سه المجهول
ومقدار زاوية هـ م سه النايبة لزاوية > سه ا وحيث ذ في المثلث اسه >
يكون ضلعا اسه , > سه معلومين والزاوية اسه > المحصورة بينهما كذلك
فعل البعد ا >

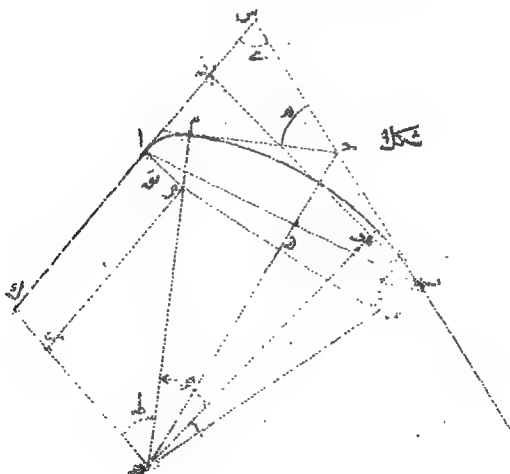
(الطريقة الثانية) شكل ٨ هي أن نقسم كل اثنى عشر المماسين المختلفين اثنى عشر
 مرة الى اجزاء متساوية تكون مقدرة العدد ونعمر اقسام مستقيم اثنى عشر بالترتيب
 ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ من ابتداء نقطة ا لنهاية نقطة س التي لا تنحرف
 ثم نعمر اقسام مستقيم س ب من ابتداء نقطة س لنهاية نقطة ب بالترتيب ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢
 من تقاطع كل خطين موصولين بين النمرتين المتعدتين الاسم رؤس كثير الاضلاع
 القريب جدًا من معنى القطع المكافئ المطلوب ولاجل أن يكون حقيقيًا يلزم أن
 تكون نقط التقاسيم قريبة جدًا من بعضها وأن يكون الراسدان الكاشان
 في برتين متتابعين من المماس ا س مشاهدين للجزئين المقابلين لهما من المماس
 الآخر س ب ويضعان شاخصين في تقاطع المستويين الراسيين للتقريبن
 وهذا العملية تستعمل ايضا في حالة ما اذا كان المماسان متساويين وانما يصعبونها
 في عدمها كما يوضح النقط الحقيقية المعنى بسبب تقاطع الاشعة في زوايا حادة جدًا



وانها لا تسمح بحساب طول المنحنى بسهولة وصعوبتها اضافة وقت أن نضع في
التخطيطات التي يكون فيها المنحنى كبيراً جداً كما في سكك الحديد فلذلك يترك
استعمال منحنى القطع الدائري ويستعمل منحنى يتزكع من قوس دائرة

(في اتصال مماسين متلاقين غير متساويين بقوسين مختلفين)

(شكل ٩) لاتصال مماسي اسمه $س$ و $س'$ متلاقين غير متساويين بقوسين
مختلفين يلزم أن يكون القوسان مماسين الى $اس$ و $اس'$ و مماسين لبعضهما
ولاجراء ذلك يقال لتكن $ا$ و $ب$ نقطتي التماس فيوجد مركزا $ا$ و $ب$ القوسين
المطلوبين على العمود $ا$ و $ب$ المقام من نقطة التماس $ا$ على المماس $اس$ ويوجد
مركزا $ا$ و $ب$ على العمود $ب$ و المقام من نقطة التماس $ب$ على المماس $س'$
ونفرض ان نصف قطر $ا$ و $ب$ هما $ا$ و $ب$ والبعدي الاختياري $نق = ا$ و $ب$ ثم نأخذ $س$ و
 $س'$ ثم نصل مستقيم $و$ ونضعه بنقطة $هـ$ ونقيم منه عمود $هـ$ على $و$
ونعده $هـ$ حتى يلاقى $عمود س$ و $ب$ في نقطة $هـ$ فتكون هي مركز القوس الثاني
المطلوب والمماس $س$ المشترك بين القوسين في نقطة $ح$ يلزم ان يمر بنقطة $ج$
ونبحث عن قانون يعلم منه نصف القطرين (شكل ٩)



(٢٢٣)

ولذلك نفرض ان المماس بـ سـ = مـ و اـ سـ = مـ و عـ الزاوية الكائنة بينهما و بـ هـ = نـق و بـ و = نـق ثم نسط نقطة هـ على اـ سـ في نقطة كـ ثم نقطة بـ على اـ سـ في نقطة هـ ثم نقطة و على كـ في نقطة سـ ثم هـ على بـ هـ في نقطة نـ فيحدث من مثلك و هـ سـ ان

$$\frac{و}{هـ} = \frac{نق - نق}{نق} = \frac{ا ك}{ا هـ} + \frac{ا هـ}{ا هـ} \quad (١)$$

وحيث ان ا ك = س هـ + هـ نـ = مـ = مـ جتا عـ + نـق جا عـ = مـ و هـ سـ = هـ نـ = نـق = مـ جا عـ = نـق جتا عـ = نـق فعادلة (١) تؤلى الى

$$\frac{نق - نق}{نق} = \frac{م جتا عـ + نـق جا عـ - م}{نق} + \frac{م}{نق} \quad (١)$$

$$\frac{نق - نق}{نق} = \frac{م جتا عـ + نـق جا عـ - م}{نق} + \frac{م}{نق} \quad (١)$$

ومن هذا القانون يعلم مقدار احدى نصفي القطرين باعطاء مقدار اختياري للثاني ومنه تعلم احدى الكميات الخمس بعد معرفة الاربع كميات الاخرى من اصل معالم المسألة أو استخراج مقاديرها بما يناسبها من الشكل طريقة أخرى (شكل ١٠) وهي انه بعد تعيين المماس المشترك للقوسين في حالة ما يكون موازيا للمستقيم ا - الواصل بين نقطتي التماس بسهل تحديد المماس في هيئة حبيطة

*** (r r n) ***

وَابْعَثْ مُقَارَافًا وَبِئْسَ الَّذِي يَنْزِلُ مِنَ السَّمَاءِ وَهُوَ كَذَّابٌ مُبِينٌ
وَبِئْسَ مَا يَكُونُ مِنْ مِثْلَىٰ آعُوذِ الْكَافِرِ

نتی: $a :: c :: m$ جائے وپرض ان $a = c = m$ ہکون

نق: $x_2 :: x_1 : m$ جائے وحيث ان $x = x - \frac{m}{x}$ فيكون

$$\underline{((\hat{r}-r)-2r)r} = \underline{r}$$

(٢٢٧)

وسنخرج أحد نصف القطرين من هذه المعادلة

$$٢ (م + ن) = ج + ع + ٢ ن (١ - جتا) = م + م' + ٢ - ٢م$$

$$م + جتا = آ (١)$$

ثم إن مقدار زاوية ط المكملة لزاوية و هو مقدار زاوية هـ = سه > ٩٠
يستخرجان من هاتين المعادلتين

$$ج ط = م جتا + ن جتا - م - ن$$

وهنا م و م' طولا المماسين

(في اتصال مماسين متلاقين بمخمس مغلوب قوساه متساويان)

(ونصفا قطريه متساويان)

الاسهل للاتصال بالمخمس المغلوب أن يكون نصفاه قطريه متساويين (شكل ١٢)
وسنخرج نصف القطر المذكور من قانون (١) المتقدم بأن يفرض فيه أن

نق = نق فنحدث هذه المعادلة

$$٢ (م + ن) = ج + ع + ٢ ن (١ - جتا) = م + م' + ٢ - ٢م$$

والطريقة الصحيحة لهذه الحالة أن نقيم من نقطة الخماس أ عمودا على المماس ب
ونأخذ عليه بعدا ما ك بعد أ ونقيم من نقطة ب على المماس ب عمود
ل = أ ثم نصل أ ب ونرسم من نقطة ل مستقيم ل ك موازيا ل
ونجعل نقطة ل مركزا ونصف قطريه أ ب ل = ٢ أ
نرسم قوس دائرة فيقطع مستقيم ل ك في نقطة ك ونصل أ ك فيقطع ب ل
في نقطة هـ فنكون هـ مركزا أحد القوسين فلو وصلنا مستقيم ل ك ورسمنا
من نقطة هـ مستقيم هـ و موازيا ل ك كانت نقطة و تقابل هـ مع المستقيم أ
هـ مركزا القوس الثاني

* (٢٢٩) *

وعماسان لانتهاين متوازيين ل د و ع في نقطتين معلومتين عليهما ا د ت
تقيم من النقطتين المعلومتين عمودي ا و د ه على المماسين ل د و ع و
ونأخذ بعد ا د = ثقي بالاختيار وبعد ب و = ا د ونصل مستقيم و د
فيقطع المستقيم الواصل بين نقطتي التماس في نقطة ه التي هي منتصف خطي ا ب و د

ثم تقسم من نقطة ه عمود
ج ه على و د فيقابل ب ه
في نقطة ه فتكون ه هي مركز
القوس الثاني فاذا جعلنا كلا
من نقطتي و د ه مركزا ورسمنا
قوس ا م و م ب يتماسان
في نقطة م ويكون المستقيم م و
المماس المشترك ويستخرج من هذه
المعادلة

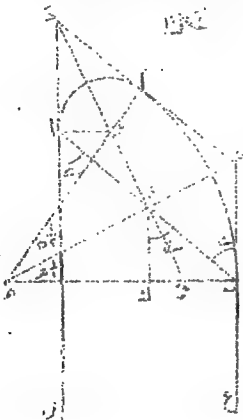
$$\overline{اب}^2 = ا ب (ثقي + ثقي)$$

٢ ج ا ع - ا ثقي ثقي
مقدار ا حدة نصف القطرين بأن
يفرض الثاني مقدار ويستخرج من
هذه المعادلة

$$\frac{ا ب ج ا ع}{٢ ثقي - ا ب ج ا ع} = \frac{١}{٢} ظا$$

مقدار زاوية ه وبعدمعرفة نصف القطرين وزاوية ه تعلم الزاوية المحصورة
بين المماسين ومقدارهما وبعد ذلك يسهل رسم كل من القوسين على الارض نقطة
فبنقطة بواسطة الطرق السابقة

وحيث ان هذه الطريقة تغير معينة الحل فهناك طريقة معينة الحل فيها نصف القطرين
معينان



(٢٢٠)

(شكل ١٥) وهي ان نصف مستقيم

ا ب نقطة ه ونأخذ بعد ب = ب

ه ونرسم مستقيم د د موازيا لمستقيم

ا ب وننصفه بنقطة م ونقيم منها عمود م و

على د فيقابل العمود المقام من

نقطة ب على المماس ب د في نقطة

ه فتكون هي أحدر كزى القوسين ثم

نقيم من نقطة ا عمود ا و على المماس

ا د فيقابل مستقيم م ه في نقطة و

فتكون هي المركز الثاني وتكون نقطة

م تماس القوسين ويكون مستقيم د د

المماس المشترك ويشترط أن تكون

الثلاث نقط الاية وهي ه منتصف

ا ب ونقطة المركز و ونقطة د على

مستقيم واحد منصف الزاوية د

وان المماسات الاربعة لكل من القوسين متساوية واحدها $\frac{1}{2} \text{ ا ب}$ وان الزاوية

المركزية للقوس الاكبر = ϵ المعلومة والزاوية المركزية للقوس الاصغر مقمة

زاوية ϵ المعلومة ومستخرج من هذين القانونين

$$\text{نق} = \frac{1}{2} \text{ فلنا } \frac{1}{2} \epsilon \text{ و}$$

$$\text{نق} = \frac{1}{2} \text{ فلنا } \frac{1}{2} \epsilon$$

مقدار نصف القطرين

ه (في اتصال تماسين متوازيين بقوسين تماسين تمر نقطة تماسهما بنقطة ه)

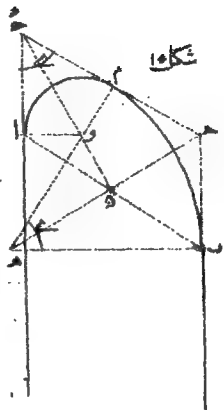
(معلومة على مستقيم مائل على هذين المماسين)

(شكل ١٦) اذا كان المراد اتصال المماسين المتوازيين م و و د د بقوسين

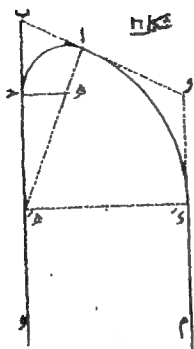
تمر نقطة تماسهما بنقطة ا من المستقيم و - المائل على هذين المماسين

فخذ المماسين المتوازيين حتى تلاقيامع المستقيم و ب في نقطتي و د -

ن



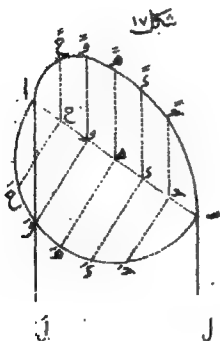
(٢٣١)



ثم تقسم من نقطة المماسية عود $اه$ على
مستقيم $وب$ ونأخذ بعد $ب = د = ب - ا$
ثم تقسم عود $د$ على المماس $و$ فيقابل
مستقيم $اه$ في نقطة $ه$ فتكون هي أحد
مركزى القوسين ثم نأخذ بعد $و = د$ و $ا$
ونقسم عود $د$ على المماس $و$ فيقابل
مستقيم $اه$ في نقطة $ه$ فتكون هي مركز
القوس الثاني فلوجعلنا نقطة $ه$ مركزا
ونصف قطر $ه$ $د$ ونساقوس $ا$ $د$ ثم
جعلنا نقطة $ه$ مركزا ونصف قطر $ه$ $د$

ونساقوس $د$ $ا$ لنماس القوسان المطاويان في نقطة $ا$ المماسية على المستقيم المعلوم
وحساب رأسيان نقط القوسين بالنسبة للمماسات يكون كما تقدم

(طريقة أخرى)



(شكل ١٧) لاتصال مماسين $ب ل$ و $ا ل$
متوازيين بمخبرين يقصد نقطة نقطة ويمر
بنقطتين $ا$ و $ب$ معلومتين عليهما نرمس على
المستقيم $ا ب$ نصف محيط دائرة ونقسم من نقط
مستقيم $ا ب$ وهي $د$ و $ه$ و $و$ و $ز$ و $ح$ و $ط$
أحمد $د$ $د$ و $د$ و $ه$ و $و$ و $ز$ و $ح$ و $ط$
عليها ونرمس من تلك النقط مستقيما $د$ $د$ و $د$
و $ه$ و $و$ و $ز$ و $ح$ و $ط$ موازية للمماس $ب ل$
ونقطع البعد $د = د$ و $د = د$ و $د = د$
و $ه = ه$ و $و = و$ و $ز = ز$ و $ح = ح$ و $ط = ط$

* (٢٢٢) *

الجامع للنقط المحاذية وهي $\delta, \epsilon, \zeta, \eta$. . . الخ هو منحنى الاتصال المطلوب
وحساب الأسيات $\delta, \epsilon, \zeta, \eta$ يكون كما تقدم
* (في اتصال اتجاهين متوازيين بمنحنى مقلوب نصفاً قطريه) *
(مختلفان يمر بمستقيم مائل عليهما)

(شكل ١٨) لاتصال اتجاهين متوازيين α, β بمنحنى مقلوب نصفاً قطريه
مختلفان يمر بمستقيم $\alpha\beta$ مائل على الاتجاهين
المذكورين

نأخذ على مستقيم $\alpha\beta$ بعدما كبعد β م
ونصفه بنقطة ϵ ونقيم منها عمود $\epsilon\delta$ على
 $\alpha\beta$ فيقابل العمود $\beta\delta$ هو المقام من نقطة α
على اتجاه β في نقطة δ فتكون هي
أحد مركزي القوسين المطلوبين فنجعلها
مركزاً ونصف قطر $\beta\delta$ نرسم قوس $\beta\delta$ م
ثم نصل مستقيم $\epsilon\delta$ ونعده على استقامته
حتى يقابل العمود $\alpha\delta$ المقام من نقطة α على
اتجاه β في نقطة δ فتكون هي مركز
القوس الثاني فنجعلها مركزاً ونصف قطر
 $\alpha\delta$ نرسم قوس $\alpha\delta$ م وبعد معرفة زاوية ϵ
وطول مستقيم $\alpha\beta$ يجعل العمل نستخرج من
هذه الحالة



$$(١) \quad \frac{\alpha\beta}{\epsilon\delta} = \frac{\alpha\epsilon}{\beta\delta}$$

أحد منحنى القطرين بإعطاء الأبعاد مقداراً ما وهذا الطريقة غير معينة العمل
* (في اتصال اتجاهين متوازيين بمنحنى مقلوب نصفاً قطريه) *
(متساويان يمر بمستقيم مائل عليهما)

(شكل ١٩)

* (555) *

(شكل ١٩) الأسهل لاتصال انجماين ب ب و ا ح متوازيين بمغن مغلوب ع بمستمع ا ب مائل عليهما ان يكون تصفا قطريه متساويين وبناء على ذلك يؤلف قانون (١) السابق الى

(۱) $\frac{-1}{-6} = \frac{1}{6}$ نفی

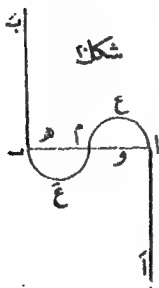
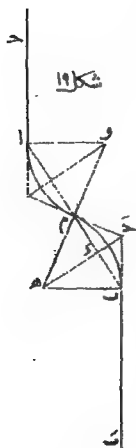
ورسم هذا المثلث نصف المستقيم $ا ب$ بنقطة $م$
ونقسم من منتصف $ب م$ عمود $ح ب$ فيقابل العمود المقام
من نقطة $ب$ على المماس $ب ب'$ في نقطة $ه$ فتكون
هي أحد مركزي القوسين المطلوبين ثم نصل مستقيم
 $ه م$ ونغذّه على استقامته حتى يقابل العمود المقام من نقطة
 $ا$ على المماس $ا ح$ في نقطة $و$ فتكون هي مركز
القوس الثاني فسلوعلنا نقطتي $و ه$ مركزين
وبنصف قطر $ه$ رسمنا قوسين $ب م$ وام لتحدد
المثلث المطلوب وحساب رأسيات نقطة بالنسبة للمماسات
يكون كما تقدم

* (فانصال محاسن متوازين ا ك و ب ب بمن مقلوب بر مستقيم عودي على
ا ح ل ه ما) *

(شكل ٢٠) الامهـل أن يكون نصف قطر المنحنى متساويين وبناء على ذلك قانون

(۱) $\frac{1}{4}$ یکنون نق =

ورسم هذا المثلثي تقسم ا ب اربعة اقسام متساوية
 ب ه = ه م = م د = د ا وتجعل تقطعي ه د
 مركزا وبنصف قطر مساوي احدا الاقسام نرسم نصف
 المحيطين ا ح م و م ج ب فيكون المثلث ا ع م ع ب
 متساوي



(٢٣٤)

هو معنى الاتصال المطلوب ويكون حساب رأسيات نقطه كما تقدم

(طريقة أخرى)

(شكل ٢١) وهي ان نأخذ من مستقيم ا ب بعدا

ك بعد ا د = و م ونرسم به نصف محيط دائره

ا ع م ثم نأخذ بعد م ه = ه ه ونرسم به نصف

محيط دائره م ع - فيكون المعنى الحادث ا ع م

ع - هو معنى الاتصال المطلوب

وهذه الطريقة تستعمل في حالة وجود موانع تمنع الاتصال

بالقوسين المتساويين

حيث ان قوانين حساب الثلاث المستوية لازمة في حساب الاحد والعشرين شكلا

التقدمة وفي أغلب حسابات الرياضه وفي الخرز المثليه وجب ان نشرحها

بالاختصار فقول

(شكل ١) لاجل السهولة يفرض في القوانين المذكورة ان نصف القطر يساوى

واحدا وهذا الفرض يكون ببداية

جا . = ٠	ظا . = ٠	قا . = ٠	جنا . = ٠	ظنا . = ٠	قنا . = ٠
جا ٩٠ = ١	ظا ٩٠ = ٠	قا ٩٠ = ٠	جنا ٩٠ = ٠	ظنا ٩٠ = ٠	قنا ٩٠ = ١
جا ١٨٠ = ٠	ظا ١٨٠ = ٠	قا ١٨٠ = ٠	جنا ١٨٠ = ١	ظنا ١٨٠ = ٠	قنا ١٨٠ = ٠
جا ٢٧٠ = ١	ظا ٢٧٠ = ٠	قا ٢٧٠ = ٠	جنا ٢٧٠ = ٠	ظنا ٢٧٠ = ٠	قنا ٢٧٠ = ١
جا ٣٦٠ = ٠	ظا ٣٦٠ = ٠	قا ٣٦٠ = ٠	جنا ٣٦٠ = ١	ظنا ٣٦٠ = ٠	قنا ٣٦٠ = ٠

(في قوانين القسي السالبة المأخوذة في جهة ا ب آ تحت القطر ١١)

يفرض ان - s = قوس ا م = قوس ا م يكون ببداية

جا

(٢٣٥)

$$\begin{aligned} \text{جا } (-s) &= -\text{جا } s & \text{ظا } (-s) &= \text{ظا } s & \text{قا } (-s) &= \text{قا } s \\ \text{جتا } (-s) &= \text{جتا } s & \text{ظتا } (-s) &= -\text{ظتا } s & \text{قتا } (-s) &= \text{قتا } s \end{aligned}$$

(في قوانين القوسين المتكاملين)

بفرض أن $s =$ قوس a م يكون مكل القوس s هو $(s - 180^\circ)$ ويكون

$$\begin{aligned} \text{جا } (-180^\circ) &= \text{جا } s & \text{ظا } (-180^\circ) &= -\text{ظا } s & \text{قا } (-180^\circ) &= \text{قا } s \\ \text{جتا } (-180^\circ) &= -\text{جتا } s & \text{ظتا } (-180^\circ) &= \text{ظتا } s & \text{قتا } (-180^\circ) &= \text{قتا } s \end{aligned}$$

(في الارتباطات الواقعة بين الخطوط المساحة لقوس)

$$\frac{s}{\text{جتا } s} = \text{ظا } s \quad (1)$$

$$\frac{\text{جتا } s}{s} = \text{ظتا } s \quad (2)$$

$$\frac{1}{\text{جتا } s} = \text{قا } s \quad (3)$$

$$\frac{1}{s} = \text{قتا } s \quad (4)$$

$$\text{جا } s^2 + \text{جتا } s^2 = 1 \quad (5)$$

ويمكن إيجاد قانوني (٢) و (٤) من قانوني (١) و (٣) بأن نضع في (١) و (٣)

القوس $(90^\circ - s)$ بدل s المقابلة وبواسطة الخمسة قوانين يوجد بمقادير

خمسة خطوط من الستة النسوبة لقوس s متى علم واحد منها مثلاً إذا علم $\text{جا } s$

حدث منها

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \text{جا } s^2}} = \text{قا } s, \frac{\text{جا } s}{\sqrt{1 - \text{جا } s^2}} = \text{ظا } s, \frac{1}{\sqrt{1 - \text{جتا } s^2}} = \text{جتا } s$$

* (٢٣٦) *

$$\frac{1}{\text{جا } s} = \text{قنا } s, \quad \frac{\overline{\text{جا } s - 1}}{\text{جا } s} + \frac{1}{\text{جا } s} = \text{قنا } s$$

(في القوانين التي يؤخذ منها الجيب وجيب التمام لمجموع قوسين وفاضلهما بواسطة)

(جيب هذين القوسين وجيب مجموعهما)

$$(٦) \quad \text{جا } (s + \gamma) = \text{جا } s \text{ جا } \gamma + \text{جتا } s \text{ جتا } \gamma$$

$$(٧) \quad \text{جا } (s - \gamma) = \text{جا } s \text{ جا } \gamma - \text{جتا } s \text{ جتا } \gamma$$

$$(٨) \quad \text{جتا } (s + \gamma) = \text{جتا } s \text{ جتا } \gamma - \text{جا } s \text{ جا } \gamma$$

$$(٩) \quad \text{جتا } (s - \gamma) = \text{جتا } s \text{ جتا } \gamma + \text{جا } s \text{ جا } \gamma$$

اذا جعل قوس $s = \gamma$ في قانوني (٦) و (٨) حدث

$$(١٠) \quad \text{جا } ٢s = ٢ \text{ جا } s \text{ جتا } s$$

$$(١١) \quad \text{جتا } ٢s = \text{جتا } s - \text{جا } s$$

اذا أبدل في قانوني (١٠) و (١١) القوس s بالقوس $\frac{1}{2}s$ حدث

$$(١٢) \quad \text{جا } \frac{1}{2}s = \frac{\overline{\text{جا } s - 1}}{٢}$$

$$(١٣) \quad \text{جتا } \frac{1}{2}s = \frac{\overline{\text{جتا } s + 1}}{٢}$$

(في الارتباطات الكائنة بين ظل مجموع قوسين أو ظل فاضلهما وبين ظلي)

(هذين القوسين)

$$(١٤) \quad \text{ظا } (s + \gamma) = \frac{\text{ظا } s + \text{ظا } \gamma}{١ - \text{ظا } s \text{ ظا } \gamma}$$

$$(١٥) \quad \text{ظا } (s - \gamma) = \frac{\text{ظا } s - \text{ظا } \gamma}{١ + \text{ظا } s \text{ ظا } \gamma} \quad \text{وبجعل } s = \gamma \text{ في (١٤) يحدث}$$

$$(١٦) \quad \text{ظا } ٢s = \frac{٢ \text{ ظا } s}{١ - \text{ظا } s^2}$$

وانا

(٢٣٧)

واذا علم ظلًا وكان المطلوب ظلًا $\frac{1}{f}$ و وضع $\frac{1}{f}$ بدل $\frac{1}{f}$ في (١٦) فيصت

$$\text{ظل} \frac{1}{f} = \frac{1}{\text{ظل} s} \left(\pm 1 - \sqrt{1 + \text{ظل}^2 s} \right)$$

(في الارتباطات الكائنة بين مجموع أفاضل جيبين أو جيب مقيمين لقوسين وبين)
(جيبهما وجيب مقيما)

$$(١٨) \quad \text{جا } s + \text{جا } > 2 = \text{جا } \frac{1}{f} (\text{جا } s + \text{جا } >) \text{ جتا } \frac{1}{f} (\text{جا } s - \text{جا } >)$$

$$(١٩) \quad \text{جا } s - \text{جا } > 2 = \text{جا } \frac{1}{f} (\text{جا } s - \text{جا } >) \text{ جتا } \frac{1}{f} (\text{جا } s + \text{جا } >)$$

$$(٢٠) \quad \text{جتا } s + \text{جتا } > 2 = \text{جتا } \frac{1}{f} (\text{جتا } s + \text{جتا } >) \text{ جتا } \frac{1}{f} (\text{جتا } s - \text{جتا } >)$$

$$(٢١) \quad \text{جتا } s - \text{جتا } > 2 = \text{جتا } \frac{1}{f} (\text{جتا } s - \text{جتا } >) \text{ جتا } \frac{1}{f} (\text{جتا } s + \text{جتا } >)$$

وهي ارتباطات تستعمل في تحويل مجموع أفاضل جيبين أو جيب مقيمين الى حاصل ضرب يعنى الى كمية ذات حد واحد يسهل حسابها بواسطة اللوغاريتمات وبقية

قانون (١٨) على (١٩) و (١٨) على (٢٠) و (١٩) على (٢٠) يحدث

$$(٢٢) \quad \frac{\text{جا } s + \text{جا } >}{\text{جا } s - \text{جا } >} = \frac{2 \text{ جا } \frac{1}{f} (\text{جا } s + \text{جا } >) \text{ جتا } \frac{1}{f} (\text{جا } s - \text{جتا } >)}{2 \text{ جا } \frac{1}{f} (\text{جا } s - \text{جتا } >) \text{ جتا } \frac{1}{f} (\text{جا } s + \text{جتا } >)}$$

$$(٢٣) \quad \frac{\text{جا } s + \text{جا } >}{\text{جتا } s + \text{جتا } >} = \frac{2 \text{ جا } \frac{1}{f} (\text{جا } s + \text{جتا } >) \text{ جتا } \frac{1}{f} (\text{جتا } s - \text{جتا } >)}{2 \text{ جتا } \frac{1}{f} (\text{جتا } s + \text{جتا } >) \text{ جتا } \frac{1}{f} (\text{جتا } s - \text{جتا } >)}$$

$$(٢٤) \quad \frac{\text{جا } s - \text{جا } >}{\text{جتا } s - \text{جتا } >} = \frac{2 \text{ جا } \frac{1}{f} (\text{جا } s - \text{جتا } >) \text{ جتا } \frac{1}{f} (\text{جتا } s + \text{جتا } >)}{2 \text{ جتا } \frac{1}{f} (\text{جتا } s + \text{جتا } >) \text{ جتا } \frac{1}{f} (\text{جتا } s - \text{جتا } >)}$$

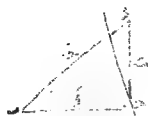
(في الارتباطات الكائنة بين أضلاع مثلث وزواياه)

للاختصار في حل المثلث نرمز بالرموز a, b, c لزواياه وبالرموز α, β, γ للأضلاع المقابلة لها

(في قوانين حل المثلث القائم الزاوية)

$$(٢٥) \quad \bar{b} = \bar{c} \sin \alpha$$

(٢٢٨)



$$(٢٦) \quad \angle \text{جنا} = \angle \text{جنا} \quad \text{و}$$

$$(٢٧) \quad \angle \text{ظا} = \angle \text{ظا}$$

(قوانين حل المثلث الغير قائم الزاوية)

$$(٢٨) \quad \text{جا} : \text{جنا} :: \text{ج} : \text{جنا} \quad \text{و}$$

$$\text{او} \quad \frac{\text{ج}}{\sin \text{جنا}} = \frac{\text{جنا}}{\sin \text{ج}}$$

$$(٢٩) \quad \text{او} \quad \frac{\text{ج}}{\sin \text{جنا}} = \frac{\text{جنا}}{\sin \text{ج}}$$

$$\frac{\text{ج}}{\sin \text{جنا}} = \frac{\text{جنا}}{\sin \text{ج}}$$

وهذه الثلاث معادلات تبين بها ثلاثة أشياء من الستة التي يتركب منها المثلث اذا كانت الثلاثة الاخر معلومة (الافى حالتين احدهما استعماله تركيب المثلث والثانية انه لا يعلم منه غير الزوايا الثلاث)
وجيب نصف زاوية ج من زوايا المثلث المعلومة اضلاعه الثلاثة فقط يؤخذ من قانون

$$(٣٠) \quad \text{جا} \frac{1}{2} \text{ج} = \frac{(\text{ك} - \text{ب})(\text{ك} - \text{هـ})}{\text{ك}}$$

(في كيفية حل المثلث القائم الزاوية)

(١) اذا علم الوتر ج وزاوية ب وكان المطلوب إيجاد زاوية د والضلعين ب و د

يقال ان د = ٩٠ - ب وأما الضلعان ب و د فيستخرجان بقانون (٢٥) أو (٢٦)

(٢) اذا علم ضلع ب وزاوية ب وكان المطلوب إيجاد زاوية د والوتر ج والضلع د

يقال ان د = ٩٠ - ب وأما الوتر ج فيستخرج بقانون (٢٥) أي د = $\frac{\text{ب}}{\sin \text{ب}}$

والضلع د يستخرج بقانون (٢٧) أي د = ب ظا د

(٣) اذا علم الوتر ج والضلع ب وكان المطلوب إيجاد ضلع د وزاويتي ب و د

يقال

(٢٣٩)

يقال ان $\widehat{C} = \widehat{A} - \widehat{B} = \widehat{A} - (\widehat{A} + \widehat{B}) = -\widehat{B}$ وهذا القانون سهل الحساب باللوغاريتم وأما زاوية \widehat{C} فيستخرج بقانون (٢٥) أي $\widehat{C} = \widehat{A} - \widehat{B}$ وزاوية $\widehat{C} = 90^\circ - \widehat{B}$

(٤) اذا علم ضلعان القائمة \widehat{C} و \widehat{A}

وكان المطلوب إيجاد الوتر \widehat{C} والزائتين

\widehat{A} و \widehat{B} يبدأ بتعيين زاوية \widehat{B} بقانون (٢٧) أي $\widehat{B} = \widehat{A} - \widehat{C}$ وحينئذ تكون زاوية

$\widehat{C} = 90^\circ - \widehat{B}$ وأما الوتر فيستخرج بقانون (٢٥) أي $\widehat{C} = \frac{\widehat{A}}{\widehat{B}}$ وكان يمكن البدء

بتعيين الوتر \widehat{C} بقانون $\widehat{C} = \widehat{A} + \widehat{B}$ لكن من حيث انه لا يمكن تحليل الكسرة

ذات المخرجين $\widehat{A} + \widehat{B}$ ومحد واحد فلا يمكن حساب القانون المسد كور باللوغاريتم

فالاولى أن يبدأ بتعيين زاوية \widehat{B} ثم يتوصل لتعيين الوتر \widehat{C}

(في كيفية حل المثلث الغير قائم الزاوية)

(١) اذا علم ضلع \widehat{C} والزائتان \widehat{A} و \widehat{B} المجاورتان له وكان المطلوب إيجاد زاوية

\widehat{C} وضلع \widehat{A} و \widehat{B} يقال ان زاوية $\widehat{C} = 180^\circ - (\widehat{A} + \widehat{B})$ وأما الضلعان \widehat{A}

و \widehat{B} فيستخرجان بقانون (٢٨)

جا : جا : $\widehat{A} :: \widehat{B} :: \widehat{C}$ و

جا : جا : $\widehat{A} :: \widehat{B} :: \widehat{C}$

(٢) اذا علم الضلعان \widehat{A} و \widehat{B} والزائتين \widehat{A} و \widehat{B} المقابلة لاحدهما \widehat{C} وكان المطلوب إيجاد

الضلع \widehat{C} والزائتين \widehat{A} و \widehat{B} يبدأ بتعيين زاوية \widehat{C} المقابلة للضلع \widehat{C} بقانون

(٢٨) أي $\widehat{C} = \widehat{A} :: \widehat{B} :: \widehat{C}$ وحينئذ علمت زاويتي \widehat{A} و \widehat{B} فتكون

الزاوية المجهولة $\widehat{C} = 180^\circ - (\widehat{A} + \widehat{B})$ وأما الضلع \widehat{C} فيتعيين بقانون

جا : جا : $\widehat{A} :: \widehat{B} :: \widehat{C}$

(٢٤٠)

(مناقشة هذا المحل)

قانون (٢٨) يؤخذ منه جـ ب = $\frac{ب \cdot ج}{\sin \angle ب}$ وبواسطة المجدول تسعين زاوية ب

الا انه يلزم التنبيه على أن المجدول الموفاري قيمة لا يوجد بها الا زوايا حادة أقل من ٩٠°
وحيث ان الجيب الواحد يقابل زاويتين متكاملتين احدهما حادة والاخرى منفرجة
يقال اذا جعل م رمزاً لزاوية المجدول فحصل زاوية ب مقداراً من احدهما ب = م

والثاني ب = ١٨٠ - م

ولتعيين المحالة التي يلزم فيها أخذ المقدار الاول أو الثاني أو الاثنين معاً يقال أولاً اذا
كانت الزاوية المعلومة - قائمة أو منفرجة كانت الزاويتان الاخرتان حادثتين وحيثئذ
يؤخذ ب = م ولعدم استعماله رسم المثلث يلزم أن يكون ضلع < ب

وثانياً اذا كانت الزاوية المعلومة - حادة وكان ضلع < ب كانت زاوية < ب
وحيثئذ يؤخذ أيضاً زاوية ب = م

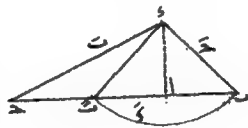
وثالثاً اذا كانت الزاوية المعلومة - حادة وكان ضلع > ب فانه يؤخذ بالاختيار
ب = م أو

ب = ١٨٠ - م لانه اذا أخذت الزاوية

الحادة ب = س = و والضلع > س = ب

وجعلت نقطة س مركزاً وجعل ضلع -

نصف قطر ورسم به قوس دائرة فانه يقطع



حـ ب في نقطتي ب و ب وحيثئذ يحدث المثلثان < ب و < س ب اللذان تكون

فيهما الزاويتان < ب و < ب و مكلتين لبعضهما ومن هنا يشاهد انه يلزم

للمصول على حلين أن يكون الضلع < المفروض انه أصغر من ضلع ب أكبر من

العمود و ١ النازل على ضلع حـ ب فاذا كان ضلع < = العمود اء كان القوس

الرسم بنصف قطر < مماساً للضلع حـ ب وبذلك يؤل المحلان الى المثلث القائم

الزاوية

* (٢٤٢) *

وحيث لم كل من الزاويتين \angle ب \angle ب تعين الضلع \bar{s} من هذا التناسب
جا \angle : جا \angle :: \bar{s} : \bar{s}

(٤) اذا علمت الاضلاع الثلاثة \bar{s} ، \bar{r} ، \bar{t} من مثلث وكان المطلوب ايجاد
الزوايا الثلاث \angle ب ، \angle ب ، \angle ب نستخرج زاوية \angle بقانون (٢٩)

$$\angle = \bar{r} + \bar{t} - \bar{s} \quad \text{أو} \quad \angle = \bar{r} + \bar{t} - \bar{s}$$

وحيث ان هذا القانون غير لغار يبقى يجب البحث عن قانون يسهل حسابه بالوفاة
بأن يؤخذ من قانون (١٢) $\angle = 1 - \angle$ و \angle موضع مقدار \angle يحدث

$$\angle = 1 - \angle = \frac{\bar{r} + \bar{t} - \bar{s}}{\bar{s}} - 1 = \frac{\bar{r} + \bar{t} - \bar{s} - \bar{s}}{\bar{s}} = \frac{\bar{r} + \bar{t} - 2\bar{s}}{\bar{s}}$$

$$\angle = \frac{\bar{r} + \bar{t} - 2\bar{s}}{\bar{s}} = \frac{(\bar{r} - \bar{s}) + (\bar{t} - \bar{s})}{\bar{s}} = \frac{(\bar{r} - \bar{s})}{\bar{s}} + \frac{(\bar{t} - \bar{s})}{\bar{s}}$$

$$\angle = \frac{(\bar{r} - \bar{s})}{\bar{s}} + \frac{(\bar{t} - \bar{s})}{\bar{s}} = \frac{(\bar{r} - \bar{s})}{\bar{s}} + \frac{(\bar{t} - \bar{s})}{\bar{s}}$$

ويجعل محيط المثلث $\bar{s} + \bar{r} + \bar{t} = 2\bar{s}$ ك يحدث

$$\angle = \frac{(\bar{r} - \bar{s})}{\bar{s}} + \frac{(\bar{t} - \bar{s})}{\bar{s}} = \frac{(\bar{r} - \bar{s})}{\bar{s}} + \frac{(\bar{t} - \bar{s})}{\bar{s}}$$

$$\angle = \frac{(\bar{r} - \bar{s})}{\bar{s}} + \frac{(\bar{t} - \bar{s})}{\bar{s}} = \frac{(\bar{r} - \bar{s})}{\bar{s}} + \frac{(\bar{t} - \bar{s})}{\bar{s}}$$

$$\angle = \frac{(\bar{r} - \bar{s})}{\bar{s}} + \frac{(\bar{t} - \bar{s})}{\bar{s}} = \frac{(\bar{r} - \bar{s})}{\bar{s}} + \frac{(\bar{t} - \bar{s})}{\bar{s}}$$

ويحل ذلك يعلم جا \angle و جا \angle

(٥)

* (في رد نصف القطر الى أصله في القوانين التي فرض فيها أنه $= 1$) *

حيث ان قوانين حساب المثلثات تكونت يفرض ان $n = 1$ وجداول المخطوط

المساحية ولو غار يمتانها حسب يفرض أن نق $10^6 = 10^6 = 10^6$ ولو

نق = ١٠ فيلزم لرد نصف القطر المقروض = ١ في تلك القوانين الى اربعة ان يستعوض الكميات جا ح و جتا و ظلها ، . . . الخ في تلك القوانين بالنسب

جاء ، $\frac{\text{جاء}}{\text{نق}}$ ، $\frac{\text{جاء}}{\text{نق}}$ ، $\frac{\text{جاء}}{\text{نق}}$ ، الخ . . . مثلاً ونصف القطر إلى أصله في قانون

بَ = دَ جَاب يَكْتَبُ بَ = دَ جَاب
ورده الى اصله في قانون

$$\frac{\text{جواب} = ۲ \text{ جا } \frac{1}{4} \text{ ب جتا } \frac{1}{4} \text{ ب}}{\text{نق} = \frac{۲}{۴}} = \frac{\text{جواب}}{\text{نق}} = ۲ \text{ جا } \frac{1}{4} \text{ ب جتا } \frac{1}{4} \text{ ب یکتب}$$

(في استعمال جدول المخطوطات الساحية ولونغاريقناها)

استعمال المجدول المذكور يقتصر في مسألتين

(المسألة الأولى)

إذا علت زاوية وكانت مشكلة على دوج ودقائق فقط وكان المطلوب إيجاد زاوية جيبها وجيب مقعها وظلها وظل مقعها يؤخذ على زاويتها خطوطها المساحة المذكورة من الجدول من الصف الافقي المأخوذ لثقتها على حسب وجود درجها المعلوم ان كان موجودا في أعلى الصفحة أو في أسفلها والدرج الموجود في أعلى الصف

• من ابتداء • الى ٤٤ • والموجود في أسفلها من ابتداء • الى ٨٩ •

وأما إذا كانت مشتملة على درج ودقائق وثوان ففي ذلك أحوال

(الحالة الاولى) أولا اذا اريد تعيين لوغار تيم جيب زاوية حادة $9^\circ 5' 37''$ يقال

حيث ان هذا الاطار يتم محصور بين لوجا ٢٧٥ و لوجا ٢٧٦ بحيث من الكفة

بـه الا لازم اضافتها الى rv_0 ليحصل $rv_0 + q$ ولذا يقال ان نسبة

الفرق ١ = ٦٠ بين ٣٧ و ٣٧ الى الفرق ٩ بين الزاوية المعلومة

$$\#(Y \otimes Z) \#$$

٢٧ ° ٩ ° والتي أصغر منها ٢٧ ° كنسبة الفرق ١٦٧١ : ١٠٠٠ . وبين لوغار يعني جيب الزاويتين التين يوجد بينهما الزاوية المعلومه الى الفرق المطلوب من بين لوجا ٢٧ ° ٩ ° ، لوجا ٢٧ ° يعني

٦٠ : ٩ :: ١٦٧١ : ٠,٠٠٠ سم ومنها يستخرج سم = ٢٥١,٠٠٠ د.
وبإضافة ٢٥١,٠٠٠ د. الى الوزان يتم ٣٠٠ ٧٨٠ د ٩ مجيب ٢٧٠
يكون المجموع

$$r_v = 9.6 = 9.7 \text{ m}$$

وثانيا إذا كانت الزاوية المعلومة منفرجة فنطرحها من 180° ونبحث عن الوعاريين
جيب الزاوية المحاذية المحاذية من الطرح فيكون هو الوعاريين المطلوب لأن جيب
الزاوية هو عكس جيب مكملتها

(الحالة الثانية) اذا كان المطلوب تعيين لوزا \bar{r}^v ٥ ٩ نأخذ من الجدول لوزا \bar{r}^v ٥ ٩ = ٩,٨٧٨٤٢٨١ والفرق ٢٦٢٦ ٠٠٠ و. بين لوزا \bar{r}^v ٥ ٩ و لوزا \bar{r}^v ٦ ٩ اللتين توجد بينهما الزاوية المعلومه ولتعيين الكمية سه التي يلزم اضافتها الى لوزا \bar{r}^v ٥ ٩ ليحصل اللوزا يتم المطلوب ننضع هذه المتناسبة

وبإضافة ٣٩٤ إلى ٩٨٧٨٤٢٨١ بحلت

٢٧ = ٩٨٧٨٤٦٧٠

$$\ast \left(\frac{a_0}{a_n} \right) \ast$$

يأمر لا يعاد ظل زاوية منفرجة أن ينجث عن لوغار يتم ظل مكافئ له في الزاوية وبقرون
الناجئ عن عينه علامة —. ولذا الوضع

لَوْ ظَنَّ ٩٠ = ١٢٧ - ١٠٢١٠٢١٠

وهذا

* (٢٤٥) *

وهذا التنبيه يستعمل أيضا في جيب المقيم وظل المقيم زاوية منفردة
(الحالة الثالثة) إذا علمت زاوية حادة وكان المطلوب تعيين لوغاريتم جيب مقيمها
أو ظل مقيمها في ذلك طرفتان
الطريقة الأولى إذا كان المطلوب تعيين لوغاريتم جيب المقيم وظل المقيم زاوية
٠١ ٠٤ ٠٢

نبحث عن مقيم الزاوية ٠١ ٠٤ ٠٢ الذي هو ٠٩ ٠٢٧ ثم من لوغاريتم
جيب الزاوية ٠٩ ٠٣٧ ولوغاريتم ظلها فنجد أن اللوغاريتمين للمطلوبين هما
٩, ٨٧٨٤٦٧٥ و ٩, ٧٨٠٣٢٩١
وذلك لأن جيب المقيم وظل المقيم للزاوية ١ مثلا هو عين الجيب والظل للمقيم
(٩٠ - ١) للزاوية ١

(الطريقة الثانية) أن يعين اللوغاريتم المطلوب كما عينت لوغاريتمات الجيوب
ولوغاريتمات الظلال غير أنه يلاحظ أن جيب المقيم وظل المقيم يتناقصان إذا ازدادت
الزاوية وأن الحد الرابع من كل متناسبة يطرح من أكبر اللوغاريتمين المجدولين
المسويين للزاويتين اللتين توجد بينهما الزاوية المعلومة

فإذا أريد تعيين لوغاريتم جيب مقيم زاوية ٠١ ٠٤ ٠٢ يقال

حيث أن الزاوية المعلومة محصورة بين ٠٤ ٠٢ و ٠٥ ٠٢ يكون اللوغاريتم
المطلوب محصورا بين اللوغاريتمين المجدولين ٩, ٧٨٠٤٦٧١ و ٩, ٧٨٠٣٠٠٠
موجب مقيم ٠٤ ٠٢ وجيب مقيم ٠٥ ٠٢ وحيث أن الفرق بين هذين
اللوغاريتمين هو ٠٠٠١٦٧١ يشاهد أنه إذا ازدادت الزاوية ٠٤ ٠٢
بمقدار ٠٠٠١٦٧١ ينقص اللوغاريتم ٩, ٧٨٠٤٦٧١ موجب مقيم هذه الزاوية
بقدر ٠٠٠١٦٧١ ولايجاد الكمية التي ينقص بها اللوغاريتم المذكور إذا
ازدادت الزاوية ٠٤ ٠٢ بقدر ٠٠٠١٦٧١ توضع هذه المتناسبة

(٢٤٦)

٦٠ : ٩٠ :: ١٦٧١ : ٠٠٠٠٠٠٠٠ : سم ومنها يستخرج
 سم = ١٤٢٠ : ٠٠٠٠٠٠٠٠ : ثم يطرح ١٤٢٠ : ٠٠٠٠٠٠٠٠ : من لوجتا ٥٤ ٥٢
 فيكون الباقي ٩,٧٨٠٣٢٥١ هو اللوغاريتم المطلوب
 (تنبيه) بدل أن يبحث عن المقدار الذي يلزم طرحه من لوجتا ٥٤ ٥٢ لتعيين
 لوجتا ٥٤ ٥٢ يجب أن يلاحظ أن الفرق بين ٥٥ ٥٢ و ٥٤ ٥٢
 هو ٩ فيكون لذلك تعيين ما ينز به اللوغاريتم ٩,٧٨٠٣٠٠٠ موجب
 مضم ٥٥ ٥٢ اذا تقصت الزاوية ٥٥ ٥٢ بمقدار ٩ وآلت الى ٥٤ ٥٢
 وحيث توضع هذه المتناسبة

٦٠ : ٩٠ :: ١٦٧١ : ٠٠٠٠٠٠٠٠ : سم ومنها يستخرج
 سم = ٠٠٠٠٠٠٠٠٠ : وبإضافة مقدار سم الى اللوغاريتم ٩,٧٨٠٣٠٠٠
 موجب مضم ٥٥ ٥٢ يكون المجموع ٩,٧٨٠٣٢٥١ هو اللوغاريتم المطلوب
 موجب مضم ٥٤ ٥٢

وبهذه الكيفية يشاهدان لوجتا ٥٤ ٥٢ = ٩,٨٧٨٤٦٧٥

(المسألة الثانية)

اذا علم لوغاريتم جيب أو جيب مضم أو ظل أو ظل مضم زاوية وأريد تعيين الزاوية
 المذكورة يقال انه اذا وجد اللوغاريتم المعلوم يتقاه في الجدول حلت الزاوية المطلوبة
 بلا واسطة من الجدول واذا لم يوجد ذلك اللوغاريتم في الجدول ففي ذلك أحوال
 (الحالة الاولى) ان يكون المعلوم لوجاريتم جيب زاوية والمطلوب تعيين هذه
 الزاوية وانوضح ذلك بمثالين فنقول

(المثال الاول) ان يكون المعلوم لوجا سم = ٩,٧٨٠٣٢٥١ (سم مقدار
 الزاوية المجهولة) فبحث ان اللوغاريتم ٩,٧٨٠٣٢٥١ اصغر من اللوغاريتم

$$*(\text{FIV})*$$

١٨٥٠ ٨٤٩ ٩٠٠ المنسوب لجيب زاوية ٥° تكون زاوية سة اصغر من
 ٥° فينتدبعت عن هذا اللوغاريتم المعالوم في الصغوف الرأسية التي توجد بها
 لوغاريتمات الجيوب فيشاهد انه مصور بين اللوغاريتمين ٩٠٠ ٧٨٠٠٠٠ و
 ٩٠٠ ٧٨٠٠٠٠ ٦٧١ المنسوبين الى جا ٥° و جا ٦° ٤٧ وحيث ان س
 تشغل على ٥° ٢٧ + ش يلزم تعيين مقدار هذه الزاوية ان نضع هذه المتناسبة
 وهي ان نسبة الفرق ١٦٧١ ٠٠٠ : بين اللوغاريتمين الجديولين المتواليين
 اللذين يوجد بينهما اللوغاريتم المعالوم : الفرق ٢٥١ ٠٠٠٠ : بين اللوغاريتم
 المعالوم واصغر اللوغاريتمين الجديولين :: ٦٠ : ش ومنها يستخرج ش = ٩
 وعليه فيكون ٩° ٢٧ هو مقدار الزاوية المطلوبة

(المثال الثاني) ان يكون المعلوم لوجا $\log 9790.313 = 9$ ، فيشأن هذا اللوغاريتم ا كبر من لوغاريتم جا 45° فيبحث عنه في الصغوف التي توجد بها اللوغاريتمات بجريب مقدمات الزوايا التي دون 45° فيشاهد ان اللوغاريتم المعلوم معصور بين اللوغاريتمين المجدولين المنسوبين الى لوجا $72^\circ 20'$ ولوجا $72^\circ 21'$ وحيث ان الزاوية المحاذة المطلوبة مركبة من $72^\circ 20'$ وث يلزم لتعيين الزاوية المذكورة أن عين مقدارث ولذا يؤخذ الفرق $4.02 \dots$ بين اللوغاريتمين المجدولين المتوالبين الذين يوجد بينهما اللوغاريتم المعلوم والفرق $0.000121 \dots$ بين اللوغاريتم المعلوم وأصغر اللوغاريتمين ثم يضع هذا التناسب

۴۰۲ : ۱۲۱ : ۶۰ : و منها يستخرج

ث = ١٨° وبناء على ذلك تكون الزاوية المطلوبة = ١٨° - ٢٠° = ٧٢°
(الملاحظة الثانية) ان يكون المعامولون زاوية والبرامد تعيين هذه الزاوية
ولنوضح ذلك بما لن نقول

(٢٤٨)*

(المثال الاول) ان يكون المعلوم لوطا $\text{س} = ٩٨٧٨٤٦٧٥$

فحيث ان هذا اللوغاريتم اصغر من لوغاريتم ظا ٤° فالزاوية س تكون اصغر من ٤° وبناء على ذلك يبحث عن هذا اللوغاريتم في الصفوف الرأسية التي توجد بها اللوغاريتمات الغللال فيشاهد ان اللوغاريتم المعلوم محصور بين اللوغاريتمين الجداوليين ٩٨٧٨٤٢٨١ و ٩٨٧٨٦٩٠٧ المنسوبين الى ظا ٣٧° و ظا ٣٧° وحيث ان الزاوية س مركبة من ٣٧° و ث يلزم لتعيين هذه الزاوية أن نضع هذا التناسب

$$٢٦٢٦ : ٠,٠٠٠٠٣٩٤ :: ٦٠ : \text{ث}$$
 ومنها يستخرج

$\text{ث} = ٩^\circ$ وبناء على ذلك تكون زاوية $\text{س} = ٩^\circ + ٣٧^\circ$

(المثال الثاني) ان يكون المعلوم لوطا $\text{س} = ١٠,١٧٤١٥٠٠$

فحيث ان هذا اللوغاريتم اكبر من لوغاريتم ظا ٤° يلزم أن يبحث عنه في الصفوف التي توجد بها ظلال مقسمات الزوايا التي دون ٤° فيشاهد انه محصور بين اللوغاريتمين $١٠,١٧٤٠١٤٠$ و $١٠,١٧٤٢٨٧٣$ المنسوبين الى لوطا ١١° و لوطا ١٢° ولاجل تعيين مقدار ث الذي يلزم اضافته الى ١١° يؤخذ الفرق $٠,٠٠٢٧٣٣$ بين لوطا ١١° و لوطا ١٢° ويوضع هذا التناسب

$$٢٧٣٣ : ٠,٠٠٠٠١٣٦٥ :: ٦٠ : \text{ث}$$
 ومنها يستخرج

$\text{ث} = ٣٠^\circ$ وبناء على ذلك يكون مقدار الزاوية س هو

$\text{٣٠}^\circ + \text{١١}^\circ$ تقريبا

(الحالة)

(٢٤٩)

(المقالة الثالثة) أن يكون المعلوم جيب المقم أو ظل المقم زاوية حادة منه والمطلوب

تعيين هذه الزاوية وذلك بطريقتان

(الاولى) أن يقال من المعلوم أن هذه المقالة ترجع الى إحدى المقالتين السابقتين

لان جيب المقم زاوية حادة منه وظله مساويان بالتوالي لجيب مقمها ٩٠° - منه وظله
فاذا رزقنا المقم بالمرز منه حدث لوجتا منه = لوجا منه ولونتنا منه = لوظا منه و
منه = ٩٠° - منه ثم يعين لوجا منه ولوظا منه ومقدار الزاوية منه كما تقر في

المحالتين السابقتين ثم يطرح هذا المقدار من ٩٠° فيكون الباقي هو الزاوية المطلوبة
فاذا علم لوجتا منه = ٩٧٥٣٢٧١ ، مثلا نرمز ان يفرض ان منه = ٩٠° - منه
ومنه يستخرج منه = ٩٠° - منه ولوجتا منه = لوجا منه = ٩٧٥٣٢٧١ ،
وحين ان لوجا منه = ٩٧٥٣٢٧١ ، موجود في الجدول يكون منه = $٢٣^\circ ١٧'$

وطرح $٢٣^\circ ١٧'$ من ٩٠° يكون الباقي $٦٧^\circ ٧٢'$ وهو مقدار زاوية من
(الطريقة الثانية) ان يقال اذا اريد تعيين الزاوية المذكورة بدون استعمال
المقم يلاحظ أولا انه اذا ازدادت الزاوية المحادة تناقص جيب مقمها وظل مقمها

لان لوجتا ٠° = ١٠ ولوجتا ٤٥° = ٨٤٩٤٨٠٠ ولونتنا ٠° = ٠ ولونتنا

٤٥° = ١٠ ولونتنا $٨٩^\circ ٥٩'$ = ٤٦٣٧٢٦١ ،

فحينئذ اذا كان مقدار لوجا منه محصورا بين ١٠ و ٨٤٩٤٨٠٠ ، فالزاوية

منه تكون محصورة بين ٠° و ٤٥° واذا كان لوجتا منه محصورا بين

٨٤٩٤٨٠٠ و ٤٦٣٧٢٦١ ، كانت زاوية منه محصورة بين ٤٥°

و $٨٩^\circ ٥٩'$ ومتى كان لونتنا منه أكبر من ١٠ كانت الزاوية أصغر من ٤٥°

ومتى كان لونتنا منه محصورا بين ١٠ و ٤٦٣٧٢٦١ ، كانت الزاوية

محصورة بين $٨٩^\circ ٥٩'$ و ٤٥° ولنوضح ذلك بثلاثة أمثلة فنقول

٢٢ تنصكره

* (٢٥٠) *

المثال الأول ان يكون المعلوم لوجتا $\text{هـ} = ٩٧٨٩٣٨٦$ ، فيقال حيث ان
 اللوغاريتم ٩٧٨٩٣٨٦ ، النسوب مجيب مقيم هـ أكبر من اللوغاريتم
 ٨٤٩٩٤٨٥٠ ، النسوب مجيب مقيم هـ تكون الزاوية المطلوبة أصغر من
 هـ . وحينئذ يبحث عن اللوغاريتم ٩٧٨٩٣٨٦ في الصفوف الرأسية المشتملة
 على لوغاريتمات جيوب التمامات فيشاهد ان هذا اللوغاريتم موجود في ثاني
 الصفوف الرأسية وان العدد هـ يوجد في الصف المعنون بلفظة دقائق وهو
 موجود مع اللوغاريتم المعلوم في خط أفقي فاذا أضيف اليه هـ الموضوعه
 في رأس الصفحة كان الناتج هو الزاوية المطلوبة يعنى $\text{هـ} = ٤٢^\circ ١٧'$

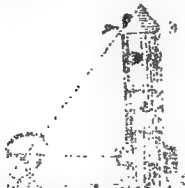
(المثال الثاني) ان يكون المعلوم لوجتا $\text{هـ} = ٤٧٥٣٢٧١$ ، فيقال حيث ان
 اللوغاريتم ٧٨٠٣٢٥١ ، مجيب مقيم هـ أصغر من اللوغاريتم ٨٤٩٩٤٨٥٠ ،
 مجيب مقيم هـ تكون الزاوية المطلوبة أكبر من هـ . وحينئذ يبحث عن
 اللوغاريتم ٤٧٥٣٢٧١ في الصفوف الرأسية التي توجد بها جيوب التمامات
 وبعد تعيينه تؤخذ الدقائق الموجودة في الصف الأول من جهة الشمال وهي الموضوعه
 معه في صف أفقي ثم تؤخذ الدرج من أسفل الصفحة فتكون الزاوية المطلوبة هي

$$٧٢^\circ ٣٧' \text{ أى } \text{هـ} = ٧٢^\circ ٣٧'$$

(المثال الثالث) ان يكون المعلوم لوجتا $\text{هـ} = ٧٨٠٣٢٥١$ ، فيقال حيث
 ان اللوغاريتم ٧٨٠٣٢٥١ أصغر من اللوغاريتم ٨٤٩٩٤٨٥٠ ، مجيب
 هـ يبحث عن هذا اللوغاريتم في الصفوف الرأسية التي يوجد بها اللوغاريتمات جيوب
 التمامات فيشاهد ان هذا اللوغاريتم محصور بين اللوغاريتمين ٧٨٠٣٠٠٠ و ٧٨٠٤٦٧١ ، النسوبين الى جتا $\text{هـ} = ٥٢^\circ$ و جتا
 $\text{هـ} = ٥٢^\circ$ فالزاوية تكون محصورة بين $\text{هـ} = ٥٢^\circ$ و $\text{هـ} = ٥٤^\circ$ فيثبت
 يلزم

يلزم تعيين المقدار الذي تنقص به الزاوية المطلوبة عن زاوية $٥٥^\circ ٥٢'$ أن تركب
المتناسبة المقررة في الاحوال السابقة فيكون مقدار المحل الرابع منها والمقدار الذي
تنقص به الزاوية المطلوبة عن زاوية $٥٥^\circ ٥٢'$ فينتد يكون $٥١^\circ ٥٤' ٥٢''$
(في بعض أمثلة حسابية)

(المثال الاول) أن يكون المطلوب تعيين ارتفاع بناء يمكن الوصول الى اصله بأرض
أفقية تقريبا كالبناء $ح - م ه$ الذي ارتفاعه المطلوب هو $ح - م$ كافي هذا
الشكل قد وضع الآلة في النقطة $ه$ مثلا
على بعد من أصل هذا البناء ثم صغر شعاع
نظري أفقي $ح$ على أحد أركانه الرأسية
وشعاع آخر على النقطة $ح$ المقابلة للركن
المدكور في أعلى البناء ولذا اتصل دائرة الآلة
رأسية بأن يستعمل لذلك شاقول يكون
خطه منطبقا على مستوى الآلة ثم جعل العضادة المتساوية أفقية ويعرف ذلك



بكون خط الشاقول مقابلا لدرجة ٩٠ من محيط الآلة الرأسي الوضع
ثم جعل العضادة المتحركة في الوضع $د$ وقرأ الزاوية $د ه ح$ ثم يقاس بالجزير
البعد $ه - م$ المساوي للضلع $د ه$ من المثلث القاسم الزاوية $د ه ح$ الذي
لا يعلم منه حينئذ غير الزاوية $د ه غ$ و $د ح$ الذي هو أحد ضلعي الزاوية القائمة
فاذن يمكن حساب الضلع $ح$ الذي هو ارتفاع رأس البناء عن المستوى الأفقي
المار بمركز الجرافومتر بواسطة القانون

$$ح = د ه \times \text{ظل } د ه ح$$

وحيث أن حساب هذا القانون لا يجري إلا بواسطة الوتر ويتم فبترت نصف القطر فيه
الى أصله يحدث

$$ح = د ه \times \frac{\text{ظل } د ه ح}{\text{نق}}$$

ومن هنا يؤخذ $لو = ح = لو د ه + لو ظا د ه - لو نق$

(٢٥٢)

وحيث ان ثقي يعتبر هنا مساويا للنصف قطرا المجداول أي ان ثقي = ١٠ يكون
لوثقي = ١٠ فإذا كان الضلع ح = ١٣ مترامثلا وكانت الزاوية المرصودة

$$\angle \text{ح د ه} = ٤٣^\circ ١٧'$$

$$\text{لوح} = ١٣ = ١١٣٩٤٢٣ \cdot ١$$

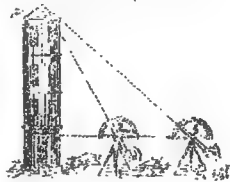
$$\text{لوطا} = ٤٣^\circ ١٧' = ٩,٩٧٣٩٦٠٢$$

$$\text{حاصل المجموع} = ١٠ = ١,٠٨٧٩٠٣٥ = \text{لوح} \cdot \text{ح}$$

$$\text{فيكون الارتفاع} \cdot \text{ح} = ١٢,٢٤ \text{ مترا}$$

فإذا كان لا يمكن الوصول الى أصل البناء كما في هذا الشكل

فلا يلزم في هذه الحالة الاتعيين مستقيم على
الارض كالمستقيم ب ا ك يكون ما زابا مركز
البناء المذكور ثم توضع الآلة في النقطتين
ا و ب من هذا المستقيم ويقاس البعد
ا ب وتعين الزاويتان ح د و د ه و
وبأخذ الزاوية ح د ه التي هي مكمل
الزاوية ح د ه المقيسة يعلم من المثلث ح د ه ضلع والزاويتان المجاورتان له



وبواسطة المتناسبة

$$\text{جا د ه} : \text{جا ح د ه} :: \text{ح د ه} : \text{ح د ه}$$

يسهل تحصيل أحد الضلعين الآخرين وهو ح د ه وحيث علم في المثلث القائم الزاوية
ح د ه الزاوية ح د ه والوتر ح د ه فالضلع ح د ه الذي هو ارتفاع
البناء فوق مركز الآلة يتحصل بواسطة المعادلة

$$\text{ح د ه} = \frac{\text{ح د ه} \times \text{جا ح د ه}}{\text{ثقي}}$$

وبذلك حصل المسألة ويتحصل المطلوب
ولنوضح ذلك بمثال رهقي فنقول

ليكن الضلع ح د ه = ١٤,٧٦٢ مترا والزاوية ح د ه = ٢٩° ٤١'
والزاوية

(٢٠٣)

والزاوية \angle ح $= ١٧^\circ ٣٣'$ فباخذمكمل الزاوية \angle ح \Rightarrow يشاهدان

\angle ح \Rightarrow $٢١^\circ ٤٨'$ فاذن تكون الزاوية \angle ح \Rightarrow $١٢^\circ ٨'$

حساب الضلع \angle ح

$$\text{لوح } \angle = ١,١٦٩١٤٥٢$$

$$\text{لوجا } \angle = ٩,٧٣٩٣٩٨٠$$

$$\text{لوجا } \angle = ٠,٨٤٥٧٦٢٤$$

$$\text{لوح } \angle = ١,٧٥٤٣٠٥٦$$

$$\angle = ٥٦,٧٩٤ \text{ مترا}$$

حساب الارتفاع \angle

$$\text{لوح } \angle = ١,٧٥٤٣٠٥٦$$

$$\text{لوح } \angle = ٩,٨٢١١٢١٧$$

$$\text{لوح } \angle = ١,٥٧٥٤٢٧٣$$

$\angle = ٣٧,٦٢٠$ مترا وهو الارتفاع المطلوب

ومن المعلوم ان المجموع الاول قد حُذف منه عشرة في مقابلة العشرة التي اخذ منها
المكمل وان المجموع الثاني قد حُذف منه عشرة ايضا في مقابلة لو تق وهو الامر
لا حاجة الى التنبيه عليه في الامثلة اللاحقة

(تنبيه)

اذا اريد في المسالتين المذكورتين تحصيل الارتفاع الحقيقي للبناء المذكور ينبغي
اعتبار ارتفاع الجرافومتر وضعه الى الارتفاع المحسوب
(المثال الثاني) ان يكون المطلوب قياس ارتفاع جبل فانه يبدأ على الارض بقياس

قاعدة كالقاعدة \angle و كافي هذا الشكل

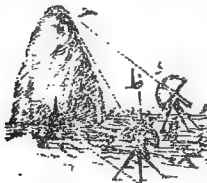
ويقاس طولها ثم تؤخذ الزاويتان

\angle ح و \angle ح الكائنتان في نهايتي

هذه القاعدة فيعلم من التثلاث \angle ح و

زاويتان والضلع الجوار ولهما فاذن يمكن

حساب \angle ح الذي هو احيد الضلعين



(٢٥٤)

الآن نخرج ثم نؤخذ أيضا في النقطة ج الزاوية ج ح ظ المحاذية من المستقيم الرأسى ج ظ مع نصف القطر الشعاعى ج ح ويؤخذ كمعلمها وحينئذ يعلم من المثلث القائم الزاوية ج ح ا الوتر ج ح واحد الزاويتين المحاذيتين ج ح ا ثم بحسب الضلع ج ا أى ارتفاع رأس الجبل ج فوق مستوى الآلة بواسطة المعادلة

$$ج ح جا > ح ا > \frac{ج ح جا}{\text{نق}} = ١$$

(المثال الثالث) أن يكون المعالوم من مثلث اضلاعه الثلاثة ج = ٨٤٩,٥٢٨

و ب = ٧١٥,٤٧ و س = ٦٢٨,٤٣٦ والمطلوب تعيين زواياها الثلاثة

ج و ب و س فيحصل في مبدأ الامر ك = ٢١٩٣,٤٤٤

و ك = ١٠٩٦,٧٢٢ و ك - ج = ٢٤٧,١٨٤ و ك - ب = ٤٦٨,٢٨٦ و ك - س = ٢٤٧,١٨٤

و ك - ب = ٢٥٢, ٢٨١ ومن هنا حصلت

لو ك = ٣,٠٤٠,٩٦٥ لو ك = ٦,٩٥٩٩,٣٥

لو (ك - ج) = ٢,٣٩٣,٠٢٤ لو (ك - ب) = ٧,٦٠,٦٩٧٩٦

لو (ك - س) = ٢,٥٨١,٢١٢ لو (ك - ب) = ٧,٤١٨٧٨٧٩

لو (ك - س) = ٢,٦٧٠,٥١٢ لو (ك - س) = ٧,٣٢٩٤٨٨٨

$$\left(\frac{(ك - ب) (ك - س)}{(ك - ج)} \right) \left\{ \text{حساب الزاوية ج بواسطة القانون ظا } \frac{١}{٢} = \text{نق} \right.$$

هو

لو (ك - ب) = ٢,٥٨١,٢١٢ =

لو (ك - س) = ٢,٦٧٠,٥١٢ =

لو ك = ٦,٩٥٩٩,٣٥ =

لو

*** (TOD) ***

$$\begin{array}{r} ٧,١٠٦٩٧٩٦ = \\ \hline ١٩,٨١٨٦٠٦٤ \\ ٩,٩٠٩٣٠٢٢ = \end{array}$$

$$r_1, r_2, r_3 \Rightarrow \frac{1}{r}$$

$$v \wedge v = 0 \Rightarrow \text{فيكون}$$

حساب الزاوية β بواسطة القانون ظا $\frac{\beta}{\alpha} = \frac{b}{a}$ نقى

٢٥٩٣٠٢٠٤ = (ك-٢)

٢٥٦٧٠٠١١٢ = (٥-٦)

لَوْكَ = ٦,٩٠٩٩.٢٥ =

$9,418,787.9 =$
 $19,442,220 =$
 $9,023,432.1 =$

$$r \nabla \cdot \mathbf{E} = -\frac{1}{\epsilon_0}$$

•• ۳۰ ۸۵۶ = - فیکون

حساب الزاوية بواسطة القانون ظا $\frac{1}{4}$ و \sin

٢,٢٩٣.٢٠٤ = (ك-٦)

$$r_2 \cdot A(r_1 r_2) = \text{لو (ك-ج)}$$

$$= (256) =$$

$$9,9099030 =$$

توك

$$9,9294888 =$$

لو (ك-د)

$$19,9294888 =$$

حاصل الجمع

$$9,9294888 =$$

لوظا $\frac{1}{3}$ د

$$22 \quad 11 \quad 18, \quad 7 = 5 \frac{1}{3}$$

$$26 \quad 22 \quad 27, \quad 14 = 5$$

فتكون

$$78 \quad 7 \quad 14 =$$

$$88 \quad 30 \quad 8,6 =$$

$$26 \quad 22 \quad 27,4 =$$

$$180$$

حاصل الجمع

(المثال الرابع) أن يكون المعلوم الضلعين جـ و بـ والزاوية د المقابلة

لاحدهما والمطلوب تعيين الزاويتين بـ و د والضلع د بفرض أن الضلع

$$26 = 5 \quad 27,4 = 8 \quad \text{والضلع بـ} = 78,09 \quad \text{والزاوية د} = 22 \quad 18 \quad 26$$

حساب الزاوية بـ بواسطة القانون جـ بـ = $\frac{بـ}{جـ}$ هو

$$2,7622726 =$$

$$78,09$$

$$9,9617742 =$$

$$26 \quad 18 \quad 26$$

$$9,9294888 =$$

$$78,09$$

$$19,9294888 =$$

حاصل الجمع

$$9,9294888 =$$

لوجـ بـ

فتكون

$$*(207)*$$

فتكون الزاوية المقابلة $\angle 47,4 = \angle 39$ و $\angle 12,6 = \angle 20$ و $\angle 10,4$

وهذان المقداران موافقان لكون $\angle 90 > \angle 70$ و $\angle 70 > \angle 50$

الحل الاول أن يفرض $\angle 47,4 = \angle 39$ و $\angle 12,6 = \angle 20$ و $\angle 10,4$ حساب الزاوية \angle هو

$$(- + >) - 180 = \angle$$

$$\angle 66 \quad \angle 18 \quad \angle 42 = >$$

$$\angle 70 \quad \angle 39 \quad \angle 47,4 = \angle$$

$$\angle 141 \quad \angle 58 \quad \angle 29,4 = - + >$$

$$\angle 28 \quad \angle 1 \quad \angle 20,6 = \angle$$

حساب الضلع \angle بواسطة القانون $\angle = \frac{a \sin \angle}{\sin \angle}$ هو

$$3,7277872 = 0,467,48 \quad \text{لو}$$

$$9,7890848 = 28 \quad \angle 30,6 \quad \text{لوجا}$$

$$0,0482207 = 66 \quad \angle 18 \quad \angle 42 \quad \text{لوجا}$$

$$12,0600977 = \quad \text{حاصل الجمع}$$

$$3,0600977 = \quad \text{لو}$$

$$3,727788 = \quad \text{فيكون}$$

الحل الثاني أن يفرض $\angle 12,6 = \angle 20$ و $\angle 10,4$ حساب الزاوية \angle هو

$$(- + >) - 180 = \angle$$

$$22 \quad \text{تفكيرة}$$

$$= (208) \times$$

$$\begin{array}{r} 66 \\ 18 \\ 42 \end{array} = 7$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ 20 \\ 12,6 \end{array} = 7$$

$$\begin{array}{r} 170 \\ 38 \\ 04,6 \end{array} = 7 + 7$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ 21 \\ 04,6 \end{array} = 5$$

حساب الضلع s بواسطة القانون $s = \frac{a}{\sin A}$ هو

$$3,72778872 = 0467,48 \quad \text{لـ}$$

$$9,7108288 = 9 \quad 21 \quad 04,6 \quad \text{لـ جـ}$$

$$0,382207 = 66 \quad 18 \quad 42 \quad \text{لـ جـ}$$

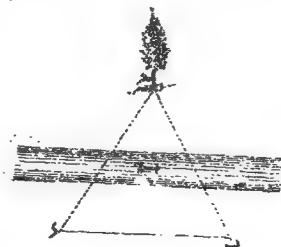
$$12,9868417 = \text{حاصل الجمع}$$

$$2,9868417 = \text{لـ س}$$

$$97000 = \text{فيكون } s$$

المثال الخامس أن يكون المطلوب تعيين بعد نقطة مفروضة كالنقطة t من نقطة أخرى لا يمكن الوصول إليها كالنقطة d كافي هذا الشكل

فتقاس على الأرض قاعدة
حيثما اتفق كالقاعدة ab
والزاويتان d و b و d
فتعلم الزاوية b و d وهي
الثالثة من زوايا المثلث d و b
وحيثما يحصل البعد المطلوب
بواسطة المتناسبات
 $d : b :: b : d$
 $d : b :: b : d$
فإذا فرض أن
 b



(٢٦٠)

معرفة لو غار غمان الضامين د و المذكورين وهي ان تعين الزاوية المساعدة ه
على وجهه يكون

$$\text{ظا ه} = \frac{\text{د}}{\text{ب}} \text{ وبمقتضى ما تقدم يؤخذ}$$

$$\text{ظا (هـ - ٤٥)} = \frac{\text{ظا ه} - \text{٤٥ ظا ه}}{\text{١ + ظا ه} \cdot \text{ظا ه}}$$

$$\text{وحيث ان ظا ه} = ١ \text{ يحدث}$$

$$\text{ظا (هـ - ٤٥)} = \frac{\text{ظا ه} - ١}{\text{١ + ظا ه}}$$

وباببدال ظا ه بمقدارها $\frac{\text{د}}{\text{ب}}$ يحدث

$$\text{ظا (هـ - ٤٥)} = \frac{\frac{\text{د}}{\text{ب}} - ١}{\frac{\text{د}}{\text{ب}} + ١}$$

وحيث انه يقصّل من التناسبة

$$\frac{\text{د} + \text{ب} : \text{د} - \text{ب}}{\frac{\text{د}}{\text{ب}} + ١} :: \text{ظا} \frac{\text{د}}{\text{ب}} : \text{ظا} \frac{\text{د}}{\text{ب}} - ١ \text{ او } \text{ظا} \frac{\text{د}}{\text{ب}} - ١ : \text{ظا} \frac{\text{د}}{\text{ب}}$$

$$= \frac{\text{ظا} \frac{\text{د}}{\text{ب}} - ١}{\frac{\text{د}}{\text{ب}} + ١}$$

فاذا أبدلت في هذه المعادلة الكمية $\frac{\text{ظا} \frac{\text{د}}{\text{ب}}}{\frac{\text{د}}{\text{ب}} + ١}$ بمقدارها ظا (هـ - ٤٥) تحصل ظا

$$\frac{\text{د}}{\text{ب}} - ١ = \text{ظا (هـ - ٤٥)} \cdot \text{ظا} \frac{\text{د}}{\text{ب}} \text{ وحيث ان الزاوية ه معلومة}$$

وصكنا $\frac{\text{د}}{\text{ب}} - ١$ يقصّل بالسهولة من هذه المعادلة مقدار $\frac{\text{د}}{\text{ب}} - ١$

وحيث نعلم مقدار الزاويتين د و ب الجهولتين من الثلث د ب ك ولتعين البعد

الجهول د ب توضع التناسبة

$$\text{د} : \text{ب} :: \text{ج} : \text{ك} : \text{ج} : \text{ب} \text{ التي يؤخذ منها}$$

$$\text{لو د} = \text{لو ب} + \text{لو ج} : \text{ك} + \text{لو ج} : \text{ب} - ١٠$$

ومن هنا يقصّل د ب وهو البعدين النقطتين اللتين لا يمكن الوصول اليهما

هـ (ق)

* (٢٦١) *

* (في الميزانية) *

الميزانية عملية يعرف بها ارتفاع نقطة عن أخرى أو ارتفاع عدة نقط عن مستواً أفقياً
يسمى مستوى المقارنة وهي بسيطة ومركبة فالبسيطة ما احتوت على وضع واحد

والمركبة ما تركبت من أوضاع مرتبطة ببعضها

والتوازن نوعان حقيقي وظاهري فالتوازن

الحقيقي هو خط منحنى a, l, c جميع نقطه

على أبعاد متساوية من مركز الأرض m

والتوازن الظاهري هو مستقيم a, c مماس

لسطح الأرض والفرق بين التوازن الحقيقي

والظاهري هو العود c الذي يعلم مقداره من قانون



$$s = \frac{1}{12732396} \times \frac{r^2}{2}$$

المفروض فيه ان نصف القطر المتوسط للأرض ٦٣٦٦١٩٨ م وكلما كبر البعد

a كبر الفرق c الذي كوروم معلوم ان فعل الانكسار على الأشياء المرصودة

ووجد بالتجارب انه اذا كان بعد الأشياء

المرصودة ٦٠٠ م كان مقدار فعل

الانكسار غير محسوس

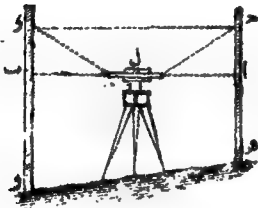
فالاحسن ان نضع آلة الميزانية في

منتصف المسافة بين النقطتين h, o

التي نراد معرفة ارتفاع الأولى عن

الثانية لان في ذلك فائدتين (الأولى)

لو فرض ان البعد الأفقي $a, l = b$



٦٠٠ م. لكان فعل الانكسار $a, b = c$ وهذا الوضع يكون حينئذ مستقيم

c, d أفقياً (والثانية) لو فرض ان الآلة بها غل يسير وان المحورين البصريين

l, o ولي a المتساويين مائلان على الأفق a, b بزاوية ما واتسكن $d, l = a$ و

l لكان ارتفاع $a, b = c$ وهذا الوضع يكون حينئذ مستقيم c, d موازياً

لمستقيم a, b الأفقي والآلات المستعملة لعمل الميزانية هي البارومتر والموازين

* (٢٦٢) *

ذوات النظارات وروح التسمية وميزان الماء وميزان البناء والترزى والزاوية
القائمة والقائمة مبر وغير ذلك

* (قياس الارتفاعات بالباروميتر) *

حيث ان ضغط الجو يتناقص كلما ارتفع الى ارتفاعا كبيرا ينتج من ذلك ان زئبق
الباروميتر ينخفض كثيرا كلما ارتفع الباروميتر ارتفاعا كبيرا فهذا هو السبب
الموجب لاستعمال الباروميتر في قياس الارتفاعات والقانون المستعمل لقياس
ارتفاع الجبال بواسطة الباروميتر هو

$$s = 18293 + (1 + 0.02837 \cdot h) \left(\frac{2 + (t + t')}{1000} \right) \text{ لو شمة}$$

وفيه s رمز المسافة الرأسية الكائنة بين المجلين المبحوث عن فرق اسستوائيهما و شمة
ارتفاع الباروميتر في الوضع السفلى و شمة ارتفاعه في الوضع العلوى و ت و ت'
درجات حرارة الهواء في المجلين و ه عرض البلد و أما في عرض ٤٥
فيكون جتا ٢ ه = ٠ ومير القانون

$$s = 18293 + \left(\frac{2 + (t + t')}{1000} \right) \text{ لو شمة وأما هذا القانون}$$

$$s = 16000 \cdot m \left(\frac{t - t'}{t + t'} \right) \left(\frac{2 + (t + t')}{1000} \right) + 1$$

فيستعمل للارتفاع الأقل من ١٠٠٠ م ولا يحتاج لاستعمال اللوغاريتم
(تنبيه) ان كان الارتفاع المراد قياسه صغيرا أمكن قياسه بخص واحد وان كان
كبيرا واستدعى زمانا طويلا للصعود يتغير فيه ضغط الجو بوزن له شخصان وباروميتران
جيدا الاتقان واحد الشخصين يكون في أسفل الجبل والثاني في أعلاه ثم في لحظة
معلومة يشاهد كل منهما ارتفاع الباروميتر

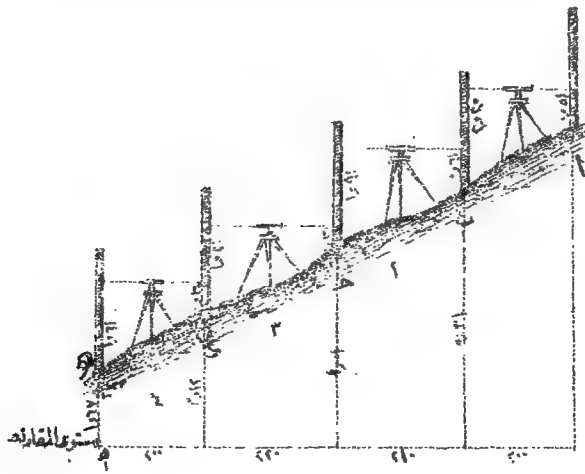
* (في القائمة مبر) *

القائمة مبر أنواع كثيرة أبسطها وأسرعها في عمل الميزانية قائمة مبر بوردلو وهي
مسطرة من الخشب طولها ٣٠ م وعرضها ١ م وسمكها ٠.٢ م وطولها

* (٢٦٣) *

وطولها مقسم إلى أعشار الميتر وكل عشرة قسم إلى خمسة أقسام متساوية كل قسم منها
 = ٠.٢ م وما بقضبان بوسطها تمسك بهما وتقف رأسية بواسطة خيط ذي شاقول
 مثبت في مسمكها أو بواسطة ففحة هوامشكها مستدير مثبتة في مسمكها
 ويشاهدتها ومشاهدة آلة الميزانية ذي النظارة يستغنى الحال عن شرحهما
 ولا يحدار ارتفاع نقطة ا عن نقطة ب نضع الآلة في نقطة ه من منتصف بعد ا ب
 مستوفية أشروطها اللازمة ونضع قامة ميتر في نقطة ا ونكتب العدد المقابل
 لتقاطع الشعرتين وهو ٥١,٥ م ثم نضع قامة ميتر في نقطة ب ونكتب العدد
 ٢٠,٢ م كذلك فيكون الفرق بينهما ١,٦٩ م هو ارتفاع نقطة ا عن ب
 وذلك لوضع واحد

وأما لاجساد ارتفاع قط ا ب د و د ه ه من طريق أو ترعة أو غير ذلك عن
 مستوى المقارنة ا ه المفروض تحت الطرين المذكور فيلزم عمل جدول بسيط
 يشتمل على جميع أعمال وحسابات الميزانية فيه طاعة (١) تبين عدد مرات وضع الآلة



في مسافة ١ هـ وخانة (٢) تبين مقدار المسافة بين القامتين في كل وضع وخانة (٣)
 تبين نظرتين المؤثرة ونظرتين المقدمة لكل وضع وخانة (٤) تبين مجموع نظرتي المؤثرة
 ومجموع نظرتي المقدمة وخانة (٥) تبين نصف مجموع المؤثرة ونصف مجموع المقدمة
 وخانة (٦) تبين حاصل جمع متوسط المؤثرة على منسوبها في كل وضع وخانة (٧)
 تبين باقي الطرح الجبري لمتوسط المقدمة من خانة (٦) وباقي الطرح المذكور هو ارتفاع
 كل من النقط ا ب و د هـ عن مستوى المقارنة وخانة (٧) المذكورة
 مع خاتمتي (٢) و (٨) تستعمل في تليص قطاع المبرانية وأما خانة (٨) فانها تبين
 العلامات الشهيرة الثابتة من جامع أو سبيل أو قنطرة أو غير ذلك التي توضع عليها القامة
 ميتر وتبين رقم القامات المعتبرة لاشغال مخصوصة وهالك صورة الجدول المذكور

* (٢٦٥) *

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
تدرالوضع	ابعاد	انحرافات	مجموع	متوسط	مجموع متوسط الانحراف على المنسوب	منسوبات	ملحوظات
١	٢٠٠	<div>٠.٥٠</div> <div>٠.٥٢</div> <div>٢.١٠</div> <div>٢.٣٠</div>	١.٠٢	٠.٥١	٧.٥١	٢٧.٠٠	منسوب المؤخرة نقطة ا عن سطح المالح وهو في غاية المد وهو مستوي المقارنة
			٤.٤٠	٢.٢٠		٥.٣١	(٢) منسوب المقدمة نقطة ب على رصيف مثلاً
٢	٢١٠	<div>٠.٦٠</div> <div>٠.٦٢</div> <div>١.٩٠</div> <div>١.٩٢</div>	٣.٨٢	١.٩١	٠.٩٢	٤.٠١	(٣) منسوب نقطة د في زاوية جامع
٣	٢٢٠	<div>٠.٣٠</div> <div>٠.٣٤</div> <div>١.٢٠</div> <div>١.٢٢</div>	٢.٤٢	١.٢١	٤.٢٢	٣.١٢	(٤) منسوب نقطة و على ساقية
٤	٢٠٠	<div>٠.١٧</div> <div>٠.١٥</div> <div>١.٦٠</div> <div>١.٦٢</div>	٢.٢٢	١.٦١	٣.٢٨	١.٦٧	(٥) منسوب نقطة هـ

(٢٦٦)

واذا كان باقي الطرح اشارته - فتكتب علامة - بين المنسوب في خانة (v) وبها يعلم ان هذا المنسوب تحت مستوى المقارنة

(ميزان الميزانية) هو ان الوجهنا جميع المقدمات وجميع المؤثرات وطرحنا المجموعين من بعضهما كان باقي الطرح هو مقدار ارتفاع نقطة ا عن نقطة ه يعني

المقدمات المؤثرات

٢,٢٠ ٠,٥١

١,٩١ ٠,٦١

١,٢١ ٠,٣٢

١,٦١ ٠,١٦

من الجدول نجد $\frac{١,٩١}{١,٦٠} - \frac{٠,٥١}{٠,٣٢} = ٠,٣٣$ وبمقارنة ذلك بمنسوب نقطة ا وه

منسوب نقطة ا منسوب نقطة ب

$\frac{٧,٠٠}{١,٦٧} - \frac{٠,٣٣}{٠,٣٣} =$

٠ . . .

فيحصل ذلك أيضا لو طرحنا مجموعي المقدمات والمؤثرات من بعضهما الكائنين بين نقطتين معلومتين غير نقطتي ا وه

واذا كان مبدأ انشاء الميزانية من نقطة ا و نازل للنقطة ه وأعيدت ثانيا بالابتداء من نقطة ه وصاعد للنقطة ا يلزم أن يكون مقدار مناسيب النقط ا و ب و ج و د و ه واحدا في كل من العليتين وان وجد بخلاف ذلك كانت احدى العليتين مغلوطة ويلزم حينئذ إعادة العمل مرة ثالثة ويتطرق مناسيب الثلاث عمليات لاجراء الحق ولاجل التخلص من ذلك وعدم ضياع زمن يلزم بالاقبل وجود اثنين مهندسين مختصان بالشغل على الآلة فقط وفي يد كل منهما دفتر ميزانية

وبعد ان يكتبام توسط كل نظرة يقابلان المتوسط المذكور فان وجد بينهما فرق

يصير

*** (٢٦٧) ***

يصير تحقيقه قبل ثقل الميزان من الوضع الذي هو فيه وبعد وجود الصحة بينهما قبل
الميزان لوضع آخر وهكذا حتى تتم عملية الميزانية
ولاجل رسم قطاع الميزانية في ورق التيفيض نرسم عليه مستقيم $||$ ونعتبره أثر
مستوى المقارنة ونعلم عليه بواسطة المقياس الاختصاري نقط ابعاد القامات عن بعضها
المأخوذة من خانة (٢) من الجدول وهي ٢٠٠ ، ٢١٠ ، ٢٢٠ ، ٢٣٠ ، ٢٤٠ م
ونرفع على هذا المستقيم من تلك النقط أعمدة ٧ ، ٥ ، ٣ ، ١ ، ٤ ، ١٢ ، ٢٠
و ١٦٧ ، الموضح مقدارها بجانبه (٧) في الجدول بالمقياس الاختصاري التتق
عليه للناسيب فيكون الخط المنكسر $a - b - c - d - e - f - g$ هو المجموع لنهاية الأعمدة وهو هيئة
قطاع الأرض وبذلك يتضح ارتفاع كل نقطة عن مستوى المقارنة ثم مقدار فرق
كل نقطة عن مجاورتها أو غير مجاورتها بطرح النسبين المطولين من بعضهما
ومصورة القطاع المذكور موضحة بالشكل السابق تحت خط الأرض $a - b - c - d - e - f - g$
ولابد من إيضاح المسقط الأفقي لخط سير الميزانية في الخريطة وبعلم عليه نقط وضع
القامات وإذا أخذت قطاعات عمودية أو مائلة على هذا المسقط يلزم توضيحها بالخريطة
كذلك على حسب اتجاهها ومقدارها ويستخرج مناسيب نقط كل قطاع بالنسبة
لمنسوب مؤثرة الوضع المأخوذة فيه القطاع المذكور
وأما إذا فرضنا أن مستوى المقارنة $||$ أعلى الأرض $a - b - c - d - e - f - g$ هو طرح المؤثرة
من منسوب نقطة a ونضيف لباقي الطرح مقدار المقدمة فيكون حاصل الجمع هو
منسوب المقدمة التي هي نقطة b وهكذا في كل وضع فينبغي جعل مستوى المقارنة
أسفل أو أعلى الأرض على حد سواء ومصورة القطاع لا تتغير
وتستعمل الميزانية في إنشاء الطرق والترع والبنائات والخريطة والاستحكامات وفي الري
والصرف وفي تقسيم المياه وغير ذلك

*** (تقسيم مياه ترعة) ***

إذا كان المراد تقسيم مياه ترعة على خمس فواح رمزها $a - b - c - d - e$ وزمام أطيان
 $1 = 1000$ فدان $b = 2000$ ، $c = 3000$ ، $d = 4000$ ، $e = 5000$

(٢٦٨)

٥٠٠٠ بشرط ان كلام النواحي الخمس نسق أطيانها من التربة مرة واحدة في كل ثمانية أيام واليوم ٢٤ ساعة

يقال تقسم زمن الدور الواحد المفروض ١٩٢ ساعة على مجموع زمام الخمسة نواح وهو ١٥٠٠٠ فدان فينتج الزمن اللازم لسق الفدان الواحد وهو ٠.١٢٨ ساعة

فلو ضربنا مقدار أطيان كل من النواحي الخمس في ٠.١٢٨ ساعة تحدث الزمن اللازم لسق كل من النواحي الخمس في الدور الواحد يعني

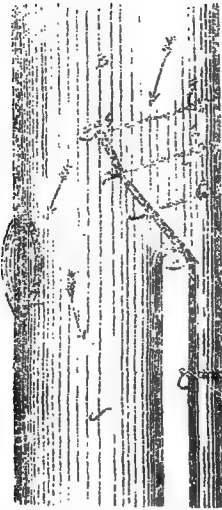
فدان	ساعة	دقيقة	ساعة	يوم	ناحية
$1000 \times 0.128 = 128$	٤٨	١٢	٠٠	٠٠	ا
$2000 \times 0.128 = 256$	٣٦	١	٠١	٠١	ب
$3000 \times 0.128 = 384$	٢٤	١٤	٠١	٠١	ج
$4000 \times 0.128 = 512$	١٢	٣	٠٢	٠٢	د
$5000 \times 0.128 = 640$	٠٠	١٦	٠٢	٠٢	هـ
١٥٠٠٠	٠٠	٠٠	٠٠	٠٨	

فينتج من ذلك انه يصير تنعيم قنطرة ناحية ا القنطرة من المياه عن الجهات التي تحتها وان ناحية ا تنفع بجميع مياه التربة بواسطة فتح فروعها المرتبة لسق أطيانها من ابتداء فم التربة لغاية القنطرة المذكورة وبعد مضي ٤٨ دقيقة و ١٢ ساعة يصير قبضها واطلاق المياه لسق أطيان ناحية ب التي يلزم أن تكون قنطرتها مغماة كذلك وبعد مضي ٣٦ دقيقة وساعة واحدة ويوم واحد يصير فتح قنطرة ب واطلاق المياه لسق أطيان ناحية ج كذلك وبعد مضي ٢٤ دقيقة و ١٤ ساعة ويوم واحد يصير فتح قنطرة د وتنعيم قنطرة د وبعد ١٢ ساعات ويومين تنفع قنطرة د وتنعم قنطرة هـ وبعد ١٦ ساعة ويومين تنفع قنطرة هـ فقد تم الدور الاول لغاية ثمانية أيام ثم بتدئ تنعيم الخمس قناطر وفتحها على حسب القنطرات السابقة في الدور الثاني والثالث وهكذا

*(في)

* (٢٦٩) *

* (في الخواجز) *



إذا كان المراد ازدياد كمية المياه وسرعتها
في ترعة ت ع يستعمل في النهر ه س
حاجز ت د من الخشب من ابتداء فهم
الترعة ويمتد لوسط النهر بحيث لا يمحجز سير
السفن والأحسن أن يكون اتجاهه عموديا
على اتجاه تيار النهر وينتهي بزاوية ت د
و المنفرجة فالتدعيم ان ضلعها د و
يمحجز تزا عظيم من مياه النهر ويحير على
الدخول في الترعة والحاجز يتركب من
جولة خوازين يقطع أحدها العرضي مربع
تفرس في النهر عماسة لبعضها بالاحكام
وتسكون أطوالها بحسب قطاع النهر
وارتفاع المياه فيه في مدة البصاريق
وتفرس الخوازين في قاع النهر بواسطة
آلة ذوق الخوازين ثم تمسك الخوازين
ببعضها بواسطة زامين متقابلين من
خشب القرو ويثبت الخزان ببعضهما
مع الخوازين بواسطة جويطات من

الحديد وفي حالة ما تكون المياه عميقة يحفظ الحاجز بواسطة جولة برمانات م م
و م م م م مثبتة متباعدة عن بعضها بمساكن موازنة تربط أطرافها في حزام
الحاجز وأطرافها الآخر في مراسي من الحديد تلتقي في قاع النهر أو تثبت في البر وذلك
لمقاومة ضغط المياه على الحاجز وسابقا صنعت حواجز بغير ترعة الخطاطبة وبغير ترعة
مويس وبترعة القرنين لازدياد المياه وسرعتها في تلك الترع بمدة تعاريق النيل
ومعنى ابتداء النيل في الزيادة السلطاني يبتدأ في قطع الحواجز وكان يحصل من الحواجز
الذكورة منفعة وهي خفة جزع عظيم من أطياف الترعة تقطعه المياه بسبب شدة

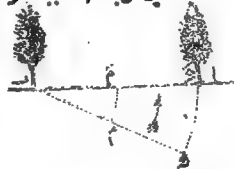
* (٢٧٠) *

سرعتها وتجزئه الى الجهات الختية انما تحصل هذه المنفعة اذا كانت جميع النقاط الموجودة بالترعة مفتوحة وليس موجودا بها سد ودور عمل حواجز صغيرة لقبول انحاء تيار نهر او ترعة عن جسر او غير يمتحنى عليه منه وتستعمل تلك الحواجز في عملية السدود أيضا

* (دعوى عملية) *

اذا كان المراد تشخيص مستقيم على الارض يمكن الوصول الى نهايته نغرس في نهايته شاخصين ونقف عند أحدهما ونوصل بينهما شمس معا بصريا العين ان كان المستقيم صغيرا أو بالنظارة ان كان المستقيم كبيرا ثم نغرس فيما بين الناهيتين شسواخص أخرى تباعدة عن بعضها بعد موافق بشرط أن تكون مشاهدة كأنها شاخص واحد

وأما اذا كان المستقيم المراد تشخيصه لا يمكن الوصول الى نهايته كناريتين أو شجرتين
 ا و ب فيقف مهندسان في وسط المستقيم تقريباً رزاً أحدهما ه والآخر م متباعدين عن بعضهما بعد موافق بحيث ان الواقف في نقطة م يشاهد إشارة ا والواقف في ه يشاهد إشارة ب ثم ينسحب الواقف في ه الى الواقف في م بالانتقال من محله حتى يجعله في استقامة ه م ب ثم يسيران معا بشرط أن يكون الشعاع الواصل بينهما موازاً على الدوام بإشارة ب حتى ينطبق المستقيم ه م ب على مستقيم ا ب فينثذ نغرس الشاخصان ه و م وتكون

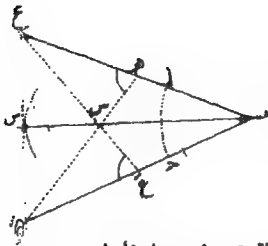


الاربع نقط ا ه م ب من نقط المستقيم المراد تشخيصه وهذه العملية كثيرة الوقوع في انشاء الطرق وفي نصب طابور العسكرية على حسب اتجاه معلوم

اذا كان المراد تنصيف زاوية ا >

(١) نجعل نقطة ب مركزاً ونرسم قوس ا د بنصف قطرها ثم نجعل كلاً من نقطتي ا و د مركزاً ونرسم قوسين يتقاطعان في نقطة ب ه فالمستقيم ب ه هو المستقيم المطلوب

(٢٧١)



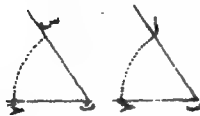
(٢) ويمكن ان نأخذ بعد

$هـ = هـ = ع - ع = ع - هـ$

ثم نصل مستقيمي $هـ هـ$ و $ع ع$
فيقاطعان في نقطة $س$ فالمستقيم $س$ الى
الواصل من $س$ الى $ب$ يكون منصفاً
لزائوية $ب$

(٣) ويمكن ان نأخذ بعد $هـ = ب ع$ ونقيم عمود $هـ$ من $هـ$ على ضلع $ا ب$ وعمود

$ع$ من $ع$ على ضلع $ب د$ فالعمودان يتقاطعان في نقطة $س$ فالمستقيم $س$ الى الواصل
من $س$ الى $ب$ يكون منصفاً للزائوية $ب$ المعلومة



وإذا كان المراد رسم زائوية تساوي زائوية معلومة

$ب$ على مستقيم $ب د$ مساوياً $د$ في نقطة $ب$

فجعل كلاً من نقطتي $ب$ و $ب$ مركزاً ونصف

قطر واحد ونرسم قوسين $ا د$ و $د$ من $د$ ثم نأخذ قوس $د$ من $د$ = $ا د$ ونصل المستقيم

$ب د$ فتكون الزائوية المحاذية $س ب د$ هي الزائوية المطلوبة

والزاويتان اللتان أضلاعهما متوازية أو متعامدة بالتناظر تكونان متساويتين

(في الكلام على الاعمدة)

إذا قم بحيط الدائرة أربعة أقسام متساوية وهي

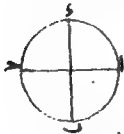
$ا ب = ب د = د ز = ز ا$ ووصل القطران

$ا د$ و $ب ز$ فيكونان متعامدين

والزوايا $د ا ط$ و $د ب ط$ المحيطية التي أضلاعها

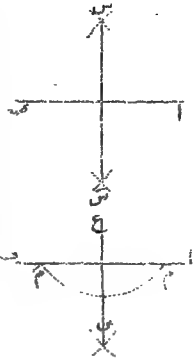
تربط في القطر $د ط$ كلها اقواساً وأضلاعها

متعامدة



(٢٧٢)

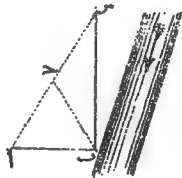
إذا كان المراد إقامة عمود على وسط مستقيم ا ب
فجعل كلا من نقطتي ا و ب مركزا ونصف قطر
أكبر من $\frac{1}{4}$ ا ب نرسم أقواسا تقاطع فوق المستقيم
وتحت في نقطتي س و م فيكون المستقيم س م
الواصل بينهما هو العمود المطلوب



وإذا كان المراد أنزل عمود من نقطة معلومة ع
على مستقيم ا ب فجعل نقطة ع مركزا ونصف
قطر ما نرسم قوسا يقطع المستقيم ا ب في نقطتي
م و د ثم نجعل كلا منهما مركزا ونصف قطرا أكبر
من $\frac{1}{4}$ م د نرسم قوسين يتقاطعا في نقطة س

فالمستقيم الواصل بين نقطتي ع و س هو العمود المطلوب

إذا كان المراد إقامة عمود من نقطة ب نهاية
مستقيم ا ب لا يمكن مده جهة نقطة ب
نرسم عليه ثلاثة أمساوي الأضلاع وليكن
ب ا د ثم نذللح ا د جهة د بمقدار ا د
يعني نأخذ ا د = د س فالمستقيم س ب
الواصل من نقطة س الى ب هو العمود
المطلوب



إذا كان المراد إقامة عمود من نقطة ب نهاية مستقيم ا ب بواسطة المحل نأخذ

ثلاثة جبال طول الأول ب س = س ع
والثاني ب د = د م والثالث د س = س ه
ه م ونضع الأول ب س على خط ا ب
من ابتداء نقطة ب ونضع الثاني ب د
عمودا عليه تقريبا في نقطة ب



ونضع الثالث د س في مسرتي الأول
والثاني ثم نشد الثلاثة جبال في آن واحد
فيثبت



* (٢٧٢) *

نقبتك يكون مستقيم \angle هو العمود المطلوب
 اذا كان المراد انزال عمود من نقطة
 معلومة \angle لا يمكن الوصول اليها
 على مستقيم معلوم \angle بواسطة
 الشواخص نقيم من أى نقطة عليه
 كنقطة \angle و عمود \angle ثم نأخذ
 بعد $\angle = \angle$ و نضع شاحسا
 فى نقطة \angle و آخرى نقطة \angle
 وشاحسا الثانى نقطة \angle ملتقى
 شعاع \angle \angle بمستقيم \angle
 ورابعى نقطة \angle ملتقى شعاع
 \angle \angle بمستقيم \angle ونأصبا
 فى نقطة \angle ملتقى شعاعى \angle \angle
 و \angle \angle فيكون المستقيم \angle \angle

المأزمن نقطة \angle لنقطة \angle هو العمود المطلوب ويكون $\angle = \angle = \angle$ \angle
 اذا كان المراد رسم مستقيم مواز لا نعلم معلوم \angle
 (١) نجعل كلامن نقطتى \angle \angle مركزا
 وننصف قطروا احد نرسم قوسين فال مستقيم
 \angle \angle المماس لهما هو الموازى المطلوب
 (٢) او نرسم مستقيم \angle \angle بقطع مستقيم \angle
 فى زاوية \angle \angle \angle نرسم مستقيم \angle \angle
 بحيث يجعل بينهما وبين مستقيم \angle \angle
 زاوية \angle \angle \angle \angle زاوية \angle \angle \angle
 فيكون هو الموازى المطلوب

* (٢٧٤) *

إذا كان المراد رسم مستقيمتين متوازيتين ترسم
زاوية ما ولتكن α وتأخذ على ضلعيها بد

$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \epsilon = \zeta = \eta = \theta = \iota = \kappa = \lambda = \mu = \nu = \xi = \omicron = \pi = \rho = \sigma = \tau = \upsilon = \phi = \chi = \psi = \omega = \alpha$

$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \epsilon = \zeta = \eta = \theta = \iota = \kappa = \lambda = \mu = \nu = \xi = \omicron = \pi = \rho = \sigma = \tau = \upsilon = \phi = \chi = \psi = \omega = \alpha$

هي المستقيمتان المتوازيتان المطلوبتان

إذا كان المراد رسم مستقيم مواز لآخر معلوم

$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \epsilon = \zeta = \eta = \theta = \iota = \kappa = \lambda = \mu = \nu = \xi = \omicron = \pi = \rho = \sigma = \tau = \upsilon = \phi = \chi = \psi = \omega = \alpha$

$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \epsilon = \zeta = \eta = \theta = \iota = \kappa = \lambda = \mu = \nu = \xi = \omicron = \pi = \rho = \sigma = \tau = \upsilon = \phi = \chi = \psi = \omega = \alpha$

الشواخص

نضع شاخصاً في نقطة α منتصف المستقيم

$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \epsilon = \zeta = \eta = \theta = \iota = \kappa = \lambda = \mu = \nu = \xi = \omicron = \pi = \rho = \sigma = \tau = \upsilon = \phi = \chi = \psi = \omega = \alpha$

$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \epsilon = \zeta = \eta = \theta = \iota = \kappa = \lambda = \mu = \nu = \xi = \omicron = \pi = \rho = \sigma = \tau = \upsilon = \phi = \chi = \psi = \omega = \alpha$

$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \epsilon = \zeta = \eta = \theta = \iota = \kappa = \lambda = \mu = \nu = \xi = \omicron = \pi = \rho = \sigma = \tau = \upsilon = \phi = \chi = \psi = \omega = \alpha$

$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \epsilon = \zeta = \eta = \theta = \iota = \kappa = \lambda = \mu = \nu = \xi = \omicron = \pi = \rho = \sigma = \tau = \upsilon = \phi = \chi = \psi = \omega = \alpha$

$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \epsilon = \zeta = \eta = \theta = \iota = \kappa = \lambda = \mu = \nu = \xi = \omicron = \pi = \rho = \sigma = \tau = \upsilon = \phi = \chi = \psi = \omega = \alpha$

$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \epsilon = \zeta = \eta = \theta = \iota = \kappa = \lambda = \mu = \nu = \xi = \omicron = \pi = \rho = \sigma = \tau = \upsilon = \phi = \chi = \psi = \omega = \alpha$

$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \epsilon = \zeta = \eta = \theta = \iota = \kappa = \lambda = \mu = \nu = \xi = \omicron = \pi = \rho = \sigma = \tau = \upsilon = \phi = \chi = \psi = \omega = \alpha$

(في الشكل المنتظم)

الشكل المنتظم ما تساوت اضلاعه وزواياه

(١) ولعرفة مقدار زاويته المركزية تقسم 360° على عدد اضلاعه في خارج

القيمة هو مقدار زاويته المركزية

(٢) ولعرفة مقدار زاويته المحيطية الواقعة بين ضلعيه نطرح مقدار زاويته

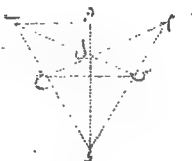
المركزية من قائمتين فالباقي هو مقدار زاويته المحيطية

(٣) ولعرفة مقدار مجموع زواياه المحيطية نضرب عدد اضلاعه في مقدار زاويته

المحيطية أو نطرح من عدد اضلاعه اثنين ونضرب الباقي في قائمتين فيكون حاصل

الضرب هو مجموع زواياه المحيطية

(٤)



* (٢٧٥) *

(٤) ولعرفة مقدار نصف قطر الدائرة المرسومة عليه نضرب مقدار ضلعه المعلوم في مقدار نصف القطر الموجود بالمجدول الآتي في هذا اسم الشكل المنتظم المذكور
(٥) ولعرفة مقدار ضلعه اذا كان نصف قطر الدائرة المرسومة عليه معلوما نقسم نصف قطر الدائرة المعلوم على العدد الموجود بالمجدول المذكور في خانة نصف القطر بهذا اسم الشكل المنتظم المعلوم فنخرج القسمة يكون هو مقدار الضلع المطلوب والمجدول المذكور مبين فيه أسماء الاشكال المنتظمة من ابتداء المثلث لغاية ذي الاثني عشر ومقدار الزوايا المركزية المقابلة لكل من اضلاع الاشكال المذكورة والزوايا المحيطية الواقعة بين كل ضلعين من هذه الاشكال ومقدار مجموع الزوايا المحيطية ومقدار نصف قطر الدائرة المرسومة على كل من هذه الاشكال

وهذا صورة المجدول

أسماء الاشكال المنتظمة	زوايا مركزية	زوايا محيطية	مجموع الزوايا المحيطية	نصف قطر الدوائر المرسومة عليها
مثلث متساوي	١٢٠	٦٠	١٨٠	٥٧٧٤ د
الاضلاع				
مربع	٩٠	٩٠	٣٦٠	٧٠٧١ د
خمس	٧٢	١٠٨	٥٤٠	٨٥٠٧ د
سدس	٦٠	١٢٠	٧٢٠	١٠٠٠٠ د
مربع	٤٢ ٢٥ ٥١	١٢٨ ٣٤ ١٧	٩٠٠	١٠٢٤ د
مثن	٤٥	١٣٥	١٠٨٠	١٠٦٥ د
متسع	٤٠	١٤٠	١٢٦٠	١٤٦٩ د
معشر	٣٦	١٤٤	١٤٤٠	١٦١٨ د
ذوا الاحدى عشر	٣٨ ٤٢ ٣٢	١٤٧ ١٦ ٢٢	١٦٢٠	١٧٧٤٧ د
ذوا اثني عشر	٣٠	١٥٠	١٨٠٠	١٩٣١٨ د

* (٢٧٦) *

ولتطبق ما ذكرناه على الشكل المسيع المنتظم فنقول

- (١) ان الزاوية المركزية للمسيع المنتظم $= \frac{360}{v} = ٤٣^\circ ٢٥'$ تقريباً
 (٢) وان زاويته المحيطية $= ١٨٠ - ٤٣^\circ ٢٥' = ١٣٦^\circ ٣٤'$
 (٣) وان مجموع زواياها المحيطية $= (١٣٦^\circ ٣٤' \times ٧) = ٩٥٠^\circ$ أو
 مجموع زواياها المحيطية $= (٢ - ٧) \times ١٨٠ = ٩٠٠$

(٤) ولاستخراج مقدار نصف قطر الدائرة المرسومة على المسيع المنتظم الذى طول ضلعه ٢٠ م نضرب ٢٠ م فى العدد ١٠٢٤, ١ الموجود فى الجدول المتقدم بحذاء المسيع فاحصل الضرب الذى هو ٢٠٤٨, ٠ م يكون نصف قطر الدائرة المرسومة عليه

(٥) ولاستخراج مقدار ضلع المسيع المنتظم المرسوم داخل دائرة نصف قطرها معلوم وهو ٢٠٤٨, ٠ م نقسم نصف القطر المعلوم ٢٠٤٨, ٠ م على العدد ١٠٢٤, ١ الموجود فى الجدول بحذاء المسيع فيكون خارج القسمة ٢٠ م هو ضلع المسيع المطلوب

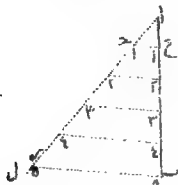
ورسم فسقية أو برج شكله مسيع منتظم ضلعه ٢٠ م ونصف قطر الدائرة المرسومة عليه ٢٠٤٨, ٠ م على الأرض بواسطة الجبل يقال

(١) بفرض ان مركزه معلوم نأخذ ثلاث جبال طول الاول ٢٠ م وطول كل من الاثنين الآخرين ٢٣, ٠٤٨ م ثم نربط نهايتى الجبلين المتساويين بوتر يرس فى المركز المعلوم ونربط نهايه أحدهما الاخرى بطرف الجبل الاول بوتر ثان مرسوم فى النقطة المقابلة بمبدأ المسيع ثم نشد طرفى الجبلين المختلفين فنعلم بواسطة النقطة الثانية من المسيع فيدق فيها وتر ثالث ويمثل ذلك تعين باقى النقط على الأرض

(٢) نفرض ان ضلع المسيع معلوم على الأرض فنأخذ الجبلين المتساويين ونضع طرف أحدهما فى ابتداء الضلع المعلوم وطرف الجبل الاخر فى نهايته ونجمع الطرفين الآخرين على بعضهما ونشد هما بالتساوى فيحدث مركز المسيع المطلوب ثم يكمل رسم المسيع كما تقدم

(٢٧٧)

إذا كان المراد رسم الاشكال المنتظمة بواسطة البرجل والمسطرة داخل دائرة معلومة
نضع نصف قطرها على المحيط ست مرات فيحدث المثلث المنتظم وتر نصف قوسه هو
ضلع ذى الاثنى عشر وتر نصف قوس المثلث هو ضلع المثلث المنتظم وإذا قسمنا
المحيط أربعة أقسام متساوية ووصلنا نقاط التقاسيم بمستقيمات حدث المربع وتر
نصف قوسه هو ضلع المثلث وإذا قسمنا المحيط خمسة أقسام متساوية ووصلنا نقاط
التقاسيم حدث الخمس وتر نصف قوسه هو ضلع العشر وقس على ذلك



إذا أردت تقسيم مستقيم ا ب الى خمسة
أقسام متساوية نرسم مستقيم ا ل الغير
محدود ونأخذ عليه بالابتداء من نقطة ا
بعدها ا ح ونكرر على مستقيم ا ل خمس
مرات ونصل من ح نهاية القسم الخامس
الى ب فلورسم مستقيم ح ع موازيا
الى ح ب لكان قسم ا ح = ح ب ا ب
وإذا أردت تقسيم مستقيم ا ب الى أقسام
مناسبة لمستقيمات ه م د ع معلومة
يؤخذ بالابتداء من نقطة ا من مستقيم ا ل بعد
ا ح = ه د ر س م و ع ويوصل
مستقيم ح ب فلورسم من تقاطع ح و د
مستقيما ح ع و د موازيين لمستقيم
ح ب لكانت اقسام ا ح ح د و ب
مناسبة لمخطوط ه م د ع



إذا كان المراد إيجاد الابع المتناسب لثلاثة مستقيمات
معلومة ا ب ر د نرسم مستقيمي ه و د و
بحيث يكونان زاوية مائلتين ه و د ونأخذ على ضلعاها ه
بعد ا = ا ب و ب = ر ونأخذ على ضلعاها الآخر
د و بعد د = د ونصل ا ح فلورسمنا من نقطة
ب مستقيم ب م موازيا لمستقيم ا ح لكان بعد

(٢٧٨)

وهو الرابع التناسب المطلوب أعني $ا : ب :: د : هـ$:
ولايجاد الثالث التناسب لمطين معلومين $ا$ و $ب$ نأخذ
على مستقيم $ا هـ$ بعد $د$ = $ا$ وبعد $م$ = $ب$
ونأخذ على مستقيم $س هـ$ بعد $د$ = $ا$ ونصل
 $م$ و $ا$ فلورسمنا $هـ$ موازيا لـ $ا$ كان $س هـ$ هو
المطلوب



(في الخطوط المتناسبة المرسومة داخل الدائرة)

إذا كان المراد إيجاد الوسط التناسب بين مستقيمين معلومين $ا$ و $ب$
(حل ١) نأخذ على مستقيم $د و$ بعد $د$ = $ا$
و $هـ د$ = $ب$ ونرسم على مستقيم $و$ نصف محيط
دائرة فلأقنأ من نقطة $هـ$ عمود $هـ ع$ على القطر
لـ $ا$ كان هو الوسط التناسب المطلوب يعني $ا : هـ ع$



$هـ ع : ب$

(حل ٢) أو نأخذ $و هـ$ = $ب$ و $د هـ$ = $ا$
ونرسم على $ب$ نصف محيط دائرة فلأقنأ عمود $س$
على القطر ووصلنا $ع هـ$ لـ $ا$ كان هو الوسط التناسب
المطلوب يعني $ا : ع هـ :: ع هـ : ب$

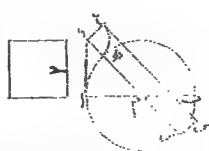


(حل ٣) أو نأخذ بعد $و هـ$ = $ب$ و $د هـ$ = $ا$
ونرسم محيط ما يمر بالنقطتين $د$ و $و$ فلورسمنا من
نقطة $هـ$ مماس $هـ ع$ لـ $ا$ كان هو الوسط التناسب



المطلوب

إذا كان المراد انشاء مستطيل تفاضل ضلعيه
المساوئين مساو لمستقيم $ا ب$ معلوم
ومكافئ لمربع معلوم ضلعه $د$ نرسم محيط
دائرة على $ا ب$ ونقيم من نقطة $ا$ مماس
 $ا س$ = $د$ ونصل قاطع $س هـ$ $م$ فيكون



$س هـ$ و $د$ هما ضلي المستطيل المطلوب يعني مستطيل $س هـ$ $د$ = $د$

(٢٧٩)



إذا كان المراد إنشاء مستطيل مجموع ضلعيه
المجاورين مساوياً مستقيم معلوم وليكن $ا ب$
ومكافئ المربع معلوم ضلعه $د$ ونرسم على
المستقيم $ا ب$ محيط دائرة ثم نقيم عمود $ا هـ$
بقدر ضلع المربع $د$ ونرسم $هـ$ موازاً بالقطر $ا ب$ فلأوتر لنا من نقطة $هـ$
عمود $هـ ب$ لكان $ا ب$ و $ب هـ$ هما ضلي المستطيل المطلوب يعني
مستطيل $ب هـ م ا$ $ا = ب$ إذاً لا يمكن حل هذه المسألة إلا بمن أن يكون ضلع المربع
لا يتجاوز نصف المستقيم $ا ب$ المعلوم.



إذا كان المراد إنشاء مربع تكون نسبته مربع
معلوم ضلعه $د$ كنسبة خطين معلومين
 $م$ و $هـ$ تأخذ على المستقيم $هـ ج$ بعد
 $هـ د = م$ وبعد $د ع = هـ$ ونرسم على
 $هـ ج$ نصف محيط دائرة ونقيم عليه من
نقطة $د$ عمود $د ح$ ونصل وترى $ع ح$
و $ع هـ$ وتأخذ على وتر $ع هـ$ بعد $ك = د$
ونرسم $ك ب$ موازاً بالقطر $هـ ج$ فيكون بعد $ج ب$ ضلع المربع المطلوب



يعني أن نسبة $ج ب : د : م : هـ$
إذا كان المراد إنشاء مستقيم يمر بنقطة $هـ$ معلومة داخل
زاوية $ج$ بشرط أن يكون جزاء الواقعة بين نقطة $هـ$
وضلعي الزاوية متساويين نرسم من نقطة $هـ$ مستقيم
 $هـ د$ موازاً بالمستقيم $د ب$ وتأخذ بعد $د هـ = هـ ج$
فلأوتر لنا مستقيم $ب هـ د$ لكان هو المطلوب وجزؤه $د ب = هـ ج$



إذا كان المراد إنشاء مربع مكافئ لتوازي اضلاع معلوم
 $ا ب$ $د$ ففرض أن $ب هـ$ ضلع المربع المطلوب
فيكون $ب هـ = ا ب$ $د$ يعني أن ضلع المربع
المطلوب وسطاً متناسباً بين قاعدة متوازي الاضلاع وهي $ا ب$ وارتفاعه $د هـ$

* (٢٨١) *

إذا كان المراد إنشاء شكل مشابه لشكل ح ومكافئ
لشكل ك ففرض أن ا ضلع الشكل ح و س
الضلع المناظر له من الشكل المطلوب س فلتشابه
الشكلين يكون



ح : س :: أ : س
ح : ك :: أ : س
م : هـ :: أ : س
م : هـ :: ا : س
أو

يعني أن ضلع الشكل المطلوب س هو الرابع المتناسب للثلاثة خطوط م ، هـ ، ا
إذا كان المراد تقسيم دائرة ثلاثة أقسام متكافئة تقسم قطرها



ا - ستة أقسام متساوية بالنقط ك ، هـ ، ك ، س ، ك
ونجعل كلامنا نقطتي ك ، ك مركزا ونصنف قطر
ك ا نرمم نصف محيط ا م هـ ، ر م س ثم نجعل كلا
من نقطتي هـ ، ر مركزا ونصنف قطر هـ ا نرمم نصف محيط ا م س

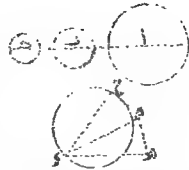


و هـ م - ففقدت الثلاثة أقسام المطلوبة
إذا كان المراد تكرار دائرة بقدر ما يراد ثم نصف قطرها
ا ب ونقيم عليه عمود ب آ بقدر ا ب ونصل
أ آ فلو جعلنا نقطة ا مركزا ونصف قطر ا ا
وسمنا دائرة كانت ضعف الدائرة المعلومة وهكذا يفعل
في تضعيفها مرارا

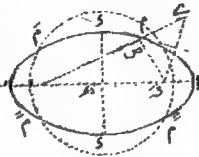
تذكره

* (٢٨٢) *

إذا كان المراد انشاء دائرة تكافئ ثلاث دوائر معلومة
 رمزها a, b, c ونرسم زاوية قائمة ضلعها
 $z =$ قطر دائرة a وضلعها $h =$ قطر
 دائرة b ونصل وتر z ونقيم عليه من نقطة h
 عمود h ح بقدر قطر دائرة c فلو وصلنا الوتر z
 لكان هو قطر الدائرة المطلوبة



إذا كان المراد انشاء مقطع ناقص يمر بثلاث نقط معلومة
 a, b, c وبواسطة المحل نجعل نقطة z مركزا
 وينصف قطر $z =$ لنرسم قوسا يقطع محوره الاكبر
 a في نقطتي الاحتراق q و q'

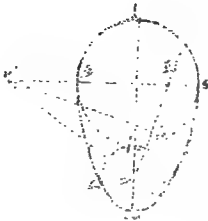


ثم نضع في كل واحدة منهما معمارا ونثبت في المعمارين نهايتي جبل طولها يساوي
 قطرا a وبواسطة دوران مميزاتا نشدبه المحل نرسم القطع الناقص المطلوب
 دفعة واحدة لان معادلته البوريه هي $m^2 + n^2 = a^2$
 وإذا كان المراد رسم مماس للقطع الناقص في نقطة m نصل نصفي قطريه البوريين
 m, n وننصف زاوية n m q المحصورة بينهما مستقيم m منه فالعمود
 m s المقام عليه هو المماس المطلوب أو نأخذ على استقامة m q بعد m s
 m q ونصل s q ثم ننصفه بنقطة s ثم نصل مستقيم s m فيكون هو
 المماس المطلوب

وإذا كان سطح القطع الناقص معلوما وأردنا معرفة مركزه فنحصره في مستطيل ونصل
 قطريه في تقاطعان في المركز المطلوب
 وإذا أردنا تعيين محوريه الاكبر والاصغر نجعل مركزه نقطة h مركزا ونرسم دائرة
 تقطع محيطه في أربع نقط m, m', m'', m''' ثم نصل مستقيمي m, m' وننصفهما بنقطتي
 q, q' فيكون مستقيم q q' هو المحور الاكبر وباقامة عمود عليه من نقطة h
 يتعين المحور الاصغر وتوجد طرق كثيرة لرسم القطع الناقص

إذا

* (٢٨٣) *



إذا كان المراد رسم بيضاوي على مستقيم AB نرسم دائرة AE BE نصف قطرها $= \frac{1}{2} AB$ وأخرى مماسة لها BE نصف قطرها $= \frac{1}{2} AB$ ونأخذ بعد E BE ونصل مستقيم BE ونقيم من منتصفه عمود BE ونجعل نقطة BE مركزاً ونصف قطر BE ونرسم قوساً ممس بالثلاثين المذكورة فيحدد نصف الشكل المراد رسمه وهكذا يفعل لتجميع نصفه الآخر

* (في القطع المكافئ) *

القطع المكافئ هو منح كل نقطة منه كنقطة M على إبعاد متساوية من بؤرتيه نقطة B ونقطه الدليل E وتعين بؤرتيه B بأخذ بعد $M = BE$ E وان الارتباط $M = BE$ هو معادلة القطع المكافئ المتسوب لبؤرتيه ونقطه الدليل إذا كان المراد رسم القطع المكافئ نأخذ من بؤرتيه



مستقيمتين BE BE BE BE فتقابل مع الدليل في نقط BE BE BE فتأخذ منها مستقيمتين موازية لمحورها الأفقي BE BE BE المستقيمتين المذكورة BE BE BE بالنقط BE BE BE ونقيم منها عمدة فتقابل المخطوط الموازية المذكورة في نقط BE BE BE فتكون هي نقط القطع المكافئ المطاوع

(طريقة ثانية) وهي ان نقيم من أى نقطة من محورها الأفقي عموداً عليه ونجعل البؤرة مركزاً ونصف قطر مساوي البعد بين موقع العمود وموقع الدليل نرسم قوساً فيقطع العمود المذكور في نقطة فتكون هي نقط القطع المكافئ المطاوع

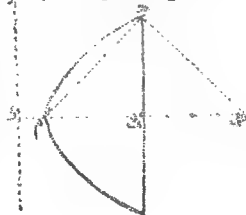
* (٢٨٤) *

(طريقة الثالثة) وهي ان ترسم دفعة واحدة قوسا معين الامتداد بواسطة مسطرة مثلية

هـ و تترقى على الخط الدليل د و وخطبا طوله هـ و يربط أحد طرفيه بالنقطة هـ من المسطرة المذكورة وطرفه الآخر بالبورة ب ثم ترزق على طول المسطرة قلم راسم والخط مشدود فيرسم مخفى القطع المكافئ اذا كان المراد رسم المماس لالقطع المكافئ في نقطة ما مثل نقطة م نصل منها بالبورة



بمستقيم م ب وترسم من نقطة م مستقيم م ع موازيا لمحوره ب و فتحدث زاوية ع م ب فننصفها بمستقيم م س فيكون هو المماس المطلوب أو عند مستقيم م ع حتى يلاقى الدليل في نقطة ع ونصل ع ب فيكون العمود النازل من نقطة م على مستقيم ع ب هو المماس المطلوب



اذا كان المراد رسم قطع مكافئ معلوم منه ارتفاعه م ت وعرضه ت د نبض أولا عن بورة ولذلك نصل مستقيم م د ثم نقسم عليه عمود د س ونقسم س ت اربعة اجزاء متساوية ونضع أحدها من نقطة م الى ب ومن م الى د فتحدث بورة وخطه الدليل وبعد معرفة بورة والخط الدليل يمكن رسمه كما تقدم

* (في القطع الزائد) *

القطع الزائد يحدث من قطع مخروط ذي طيتين بمستو موازي لمحوره وهو مخفى كالمنحنى م ا م د م ا م يكون التفاضل بين نصفي قطريه البورين وهما م ب = ل د م ب = ل الموصولين من أى نقطة منه كنقطة م لبورتيه ب د ب ثابتا والارتباط

$$\#(\gamma \wedge \alpha) \#$$

والارتباط لـ \sim لـ $\pm = 2$

هو المعادلة البورية للقطع الزائد

والرمز $\alpha = 1$ ومتى علم كل

من البعد بـ و لـ لـ

$\frac{1}{2} \times 2 = 1$ فانه يسهل رسم القطع

الزايد نقطة ونقطة

ويمكن أن يرسم دفعة واحدة قوس

معين الامتداد بمسطرة كالاسطرة مـ

بأن ثبت إحدى نهايتها في إحدى
الامتدادات المتكافئة مثل الامتداد

البوريل بقره به عدد و بواسطه
نماكان از ان الزم و حاد

حيط المحيط م ب الذي يحلف
طال السطة بالكفة

الثامنة ٢٠ بنت أحـ لطافـ

الثابتة ٢٠ ثبت أحد أطرافه في نقطة ω من المسطرة والطرف الآخر

في البيرة ب تمزلق على المسطرة ثم راسم م والخيط مشدود على المسطرة في رسم

قوسا من معني القطع الزائد لانه متصل لـ - لـ = ب م هـ - ب م هـ = ٢

وإذا كان المراد رسم القطع الزائد بعد معرفة بورتيه - ب - نقطة فنقطة تأخذ

اعدادها وليكن n عدد طبيعي $n \geq 1$ نضع $a_n = 1$ ونفرض ان

ويعود في نسقها ونوع البنية . وكذا وسعد = 22 + 2 =

نرمه قوسا آخر فمقطع القوس الاول في نقطة س فتكون هي من نقطه مفصلي القطع

الزائد : هذا : الذي هو العاقل والعاقل : هو الذي

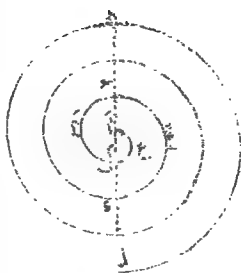
إذا كان المراد من خط مماس القطع الزائد في نقطة معلومة عليه كنقطة م نصل

منالودنه بـ بـ مستقيم بـ بـ فكون المستقيم

الشيخ العلامة محمد بن عبد الله بن محمد بن عبد الله

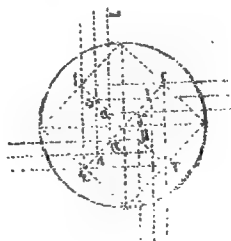
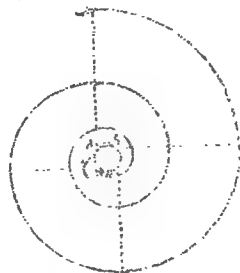
* (٢٨٦) *

اذا كان المراد رسم مفعن داوړی مخذ
مستقيما غير محدد ومثل هـ ل و تأخذ
منه بعدا ما مثل م م ونرسم عليه
نصف محيط دائرة م ع ب ثم نجعل
نقطة م مركزا ونصنع قطرم ب
نرسم نصف محيط دائرة د ع ب
ثم نجعل نقطة م مركزا ونصنع
قطر م د نرسم نصف محيط دائرة



د ع ز وهكذا

اذا كان المراد رسم مفعن حلزوني
ارتفاعه معلوم وليكن ع ب نقسم
هذا الارتفاع تسعة اقسام متساوية
ونجعل نقطة ع مركزا ونرسم نصف
قطر مساوي جزأ واحد ونرسم دائرة
نسمى عين الحلزون ثم نرسم من نقطة
ع مستقيما هودا على ب ع ونخذ
ع ب على استقامته فنقسمه اربيع
نقط على محيط العين نرسم بهار م ر سا
ثم ننزل من مركز العين اربعة اعمدة
على اضلاعه ونقسم كلامن الاعمدة
المذكورة ثلاثة اقسام متساوية
فنقسم اثنا عشرة نقطة بنهرها بالتمر



١ د ٢ د ٣ د ٤ د ٥ د ٥ د ٥ د ١٢ وهي
مركز المفعن الحلزوني وكل اربع
منها ترسم دورة منه وبعد ثلاث
دورات يتم رسم المفعن المذكور يعني

(٢٨٧)

نجعل غرة ١ مركزاً ونصف قطر يساوي ١ ب نرسم قوساً ينتهي إلى نقطة > من المستقيم ٢١ > ثم نجعل غرة ٢ مركزاً ونصف قطر يساوي ٢ > نرسم قوس > س ينتهي إلى نقطة س من المستقيم ٣٢ > ثم نجعل غرة ٣ و غرة ٤ مراكز كذلك فتم الدورة الاولى ثم نجعل غرة ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ مراكزاً ونرسم أقواساً كذلك فتم الدورة الثانية ثم نجعل غرة ٩ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢ مراكزاً ونرسم أقواساً فتم الدورة الثالثة

(في توازن جسم واقع عليه قوة أو أكثر)

الجسم هو كل شيء تقس به دوائنا والجسم إما جامد أو سائل فالجامد هو ما كانت عناصره متصلة ببعضها يصعب انفصالها كالمعادن وغيرها والجسم السائل هو ما كانت عناصره متصلة ببعضها يسهل انفصالها كالزجاج والماء وغيرها وجميع الاجسام قابلة للحركة ويقال ان الجسم متحرك اذا كانت أجزأؤه تتنقل من محل لا آخر ويقال ان الجسم ساكن اذا كانت جميع أجزأؤه باقية كل في محله والجسم الساكن لا يتحرك بنفسه والمتحرك لا تغير كيفية حركته الا بتأثير سبب متا وهذا السبب يسمى قوة ويعتمد في القوة شيان المقدار والاتجاه والقوة هو الفعل الواقع منها على الجسم لتحريكه واتجاه القوة هو المستقيم الذي يتحرك عليه الجسم الواقع عليه القوة

(تركيب وتحليل القوى)

اذا وقعت جلة قوى مختلفة المقدار والاتجاه على جسم فلا يمكن تحركه على جلة اتجاهات في آن واحد لان القوى المتساوية تعتمد بعضها ويتحرك الجسم في اتجاه القوة الباقية التي تسمى محصلة القوى وتسمى القوى المذكورة بالقوى الاصلية وطريقة تحويل جلة قوى الى محصلتها تسمى تركيب القوى وطريقة ايجاد القوى الاصلية بعد معرفة محصلتها تسمى تحليل القوى

اذا وقعت قوتان متساويتان ومتضادتان على نقطة واحدة بطل تأثيرهما وصارت النقطة في حالة التوازن وبالعكس اذا حصل التوازن لنقطة واقع عليها قوتان فهاتان القوتان يكونان متساويتين ومتضادتين

(٢٨٨)

ولسهولة حل المسائل المتعلقة بالقوى تبين القوى المذكورة على حسب اتجاهاتها
بمستقيمات وتشكل بأشكال هندسية

محصلة القوتين الواقعة على نقطة واحدة وتوجد في مستوى اتجاهيهما فيما بين القوتين

إذا وقعت قوتان v و $ك$ على

نقطة - فمحصلتها $ص$ تكون

قطر متوازي الاضلاع المنشئ على

اتجاهيهما وإذا كانت القوتان

v و $ك$ متساويتين فمحصلتها

$ص$ تكون قطار المعين أو المربع المنشئ على اتجاهيهما ومحصول التوازن لنقطة -

يلزم إيقاع قوة ثالثة $ق$ مساوية ومضادة لمحصلة القوتين الأصليتين التي هي $ص$

إذا وقعت ثلاث قوى متساوية $ق$ و $ق$ و $ق$ على نقطة

واحدة - بحيث تقسم المحيط الذي مركزه النقطة - ب ثلاثة

أقسام متساوية فانها تجعل هذه النقطة في توازن لانه يمكن

اعتبار كل واحدة من الثلاث قوى المذكورة مضادة لمحصلة

الباقيتين كما تقدم

إذا وقعت على نهايتي مستقيم $ا$ - قوتان $ك$ و $ك$ متوازيتان ومضادتا المجهة تكون

محصلتها $ص$ موازية لها ومساوية مقدارها بإسوي مجموعهما ونقطة وقوعها - تقسم

المستقيم $ا$ - قسمين بالنسبة العكسية

للقوتين يعني ان المحصلة

$ص = ك + ك$ وان بعد نقطة -

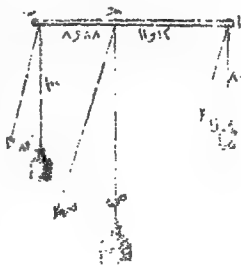
وقوع المحصلة يستخرج من هذا التناسب

$$(١) \quad \frac{ك \times ا}{ك + ك} = -$$

مثلا اذا كانت قوة $ك = ١٠٠$ أه $ك$

$ا = ٨٠$ أه $ا = ٢٠$ ميتر فتكون

$ص =$



* (٢٨٩) *

صه = ق - ك = ١٨٠ ويعتقضى قانون (١) يكون مقدار بعده موقع المحصلة

$$ب ح = \frac{٢٢٠ \times ٨٠}{١٨٠} = ٩٨,٨٨ م$$

واذا كانت جهة قوة ك مخالفة لجهة قوة ق وجب تغيير علامتها فتصير - ك وتكون المحصلة في هذه الحالة صه = ق - ك ويكون بعدها

$$ب ح = \frac{ق \times ك}{ق - ك}$$

اذا وقعت ثلاث قوى ق ق ق ليست في مستو واحد على نقطة واحدة او بينا شداتها المستقيمة اب وا ح اء بحيث تكون النسبة بين الثلاث قوى الى بعضها كالنسبة بين مقادير شداتها فأولا يكون اتجاها محصلة هذه الثلاث قوى صه هو اتجاها صه قطر متوازي السطوح المنشأ على شدات القوى المذكورة وثانيا

تكون شدة هذه المحصلة مقيمة بطول القطر المذكور ا صه بحيث تكون النسبة بين القوى الاصلية والمحصلة كالنسبة بين شدات القوى الاصلية وقطر متوازي السطوح المذكور يعني اذا كانت نسبة

$$ق : ق : ق :: ا ب : ا ح : ا ء تكون نسبة$$

$$ق : ق : ق :: صه : صه : صه :: ا ب : ا ح : ا ء ا صه$$

واذا كانت الثلاث قوى متعامدة تكون محصلتها صه تساوي جذر حاصل جمع مربعات القوى المذكورة

$$صه = \sqrt{ق^2 + ق^2 + ق^2}$$

يعنى

واذا كانت الثلاث قوى متساوية ومتعامدة تكون محصلتها صه مقيمة بقطر المكعب المنشأ على شداتها ولأجل حصول التوازن يلزم ان يقع قوة رابعة مساوية

ومضادة للمحصلة صه

اذا كان المراد تحليل المحصلة صه المعبومة مقداراً واتجاهاً بالمستقيم ا صه الى

تفكره



* (٢٩٠) *

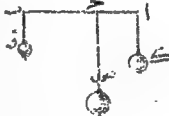
ثلاث قوى z ، z' ، z'' غير موجودة في مستوى واحد ومعروفة الاتجاه نرسم من نقطة مستقيمتين $اب$ ، $ا د$ ، موازية لاتجاهات القوى z ، z' ، z'' ونرسم بمستقيمتين $اب$ ، $ا د$ مستوى $ا ب هـ$ وبمستقيمتين $ا ب$ ، $ا د$ مستوى $ا ب ك$ وبمستقيمتين $ا د$ ، $ا هـ$ مستوى $ا د ح$ و نمر من نقطة $ص$ ثلاثة مستويات موازية للثلاثة مستويات المتقدمة فانها تتحدد ثلاثة اتجاهات القوى z ، z' ، z'' بنقط تلاقعها وتكون مقادير أطوالها دالة بالنسبة لطول $ا و$ على مقادير شداتها

* (في عزم القوى) *

عزم القوة هو حاصل ضربها في بعدها عن نقطة ثانية أو مستقيم ثابت أو مستوي ثابت اذا وقعت قوتان z ، z' متقاطعتا لاتجاه في نقطة $ا$ فان عزمي هاتين القوتين بالنسبة لنقطة ما كنقطة $ب$ من اتجاه حاصلتهما $ص$ يكونان متساويين
يعني $z \times z' = هـ \times ك = د \times ا$



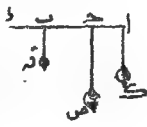
اذا وقعت قوتان z ، z' متوازيتا لاتجاه ومؤثرتان في جهة واحدة على نهائي مستقيم $اب$ عموديا على اتجاهيهما يكون عزم القوة الاولى بالنسبة لنقطة $د$ وقوع القوة المحصلة $ص$ يساوي لعزم القوة الاخرى بالنسبة للنقطة المذكورة $د$



أعني يكون $z \times z' = ب \times ا = ك \times ا$
اذا وقعت قوتان z ، z' متوازيتا لاتجاه ومؤثرتان في جهة واحدة على نهائي مستقيم $اب$ مائل على اتجاهيهما يكون عزم القوة الاولى بالنسبة لنقطة $د$ وقوع القوة المحصلة $ص$ يساوي لعزم القوة الاخرى بالنسبة للنقطة المذكورة أعني يكون



$z \times z' = ب \times ا = ك \times ا$
اذا وقعت قوتان z ، z' متوازيتا لاتجاه ومؤثرتان في جهة واحدة على نهائي مستقيم $اب$ عموديا على اتجاهيهما يكون عزم القوة المحصلة $ص$ لهما بالنسبة لنقطة ما مثل نقطة



* (٢٩١) *

نقطة و مأخوذة على استقامة المستقيم المذكور يساوي مجموع عزى القوتين
المذكورتين بالنسبة للنقطة المذكورة يعنى

$$ص \times ح = ق \times ب + ك \times ا$$

* (فى مراكز النقل) *

التأثير الذى يحصل للجسم حال سقوطه فى الفراغ على الارض بغير وجود مانع يمنعه
يمعى ثقل الجسم وهذا التأثير يقع على جميع العناصر التى يتركب منها الجسم وهذا
الثقل يعتبر كقوة واقعة عليه على الدوام لكنها لا تكون ثابتة فى جميع بقاع كرة
الارض بل تتغير على حسب بعدها عن مركز الارض وهذا التغير يكون بالنسبة
العكسية لمربع البعد أى ان الاجسام كلما بعدت عن المركز قبل ثقلها وكلما قربت
منه زادت ثقلها وحيث ان سطح الارض ليس كرويا بالتحكيم بسبب التبسط الموجود
فى جهتي القطبين فنقل الجسم الذى يكون على سطح الارض فى جهة القطبين يكون
كبيرا عن الذى يكون فى خط الاستواء ولكون ان الارض تشكل دورتها حول
محورها فى ظرف ٢٤ ساعة تقريبا فجميع نقطها ترسم دوائر حول المحور والمذكور
وتكون الدوائر المرسومة بالنقط البعيدة عن المحور كبيرة عن التى تكون مرسومة
بالنقط القريبة منه ومقادير القوى الطاردة عن المركز لنقط الدوائر الكبرى تكون
أكبر من الاخرى وفعالها على تعطيل تأثير ثقلها يكون أعظم من فعل التعطيل الذى
يحصل من القوى الطاردة عن المركز لنقط الدوائر الصغيرة وينتج عليه يكون ثقلها
فى خط الاستواء أصغر من ثقلها بالقطبين

والخط الذى يتبعه الجسم حال سقوطه فى الفراغ بتأثير الشاقل يعنى مستقيما رأسيا
ويكون عودا على سطح الارض فى جميع بقاعها وعمودا على سطح الماء ازاك
والسطح العمودى على هذا المستقيم يعنى مستويا أفقيا

* (فى قوانين سقوط الاجسام) *

اذا قطعنا النظر عن مقاومة الهواء أى فرضنا سقوط الاجسام فى الفراغ نتوصل
بالتحجربة الى الثلاثة قوانين الآتية
(الاول) ان جميع الاجسام تسقط فى الفراغ بسرعة واحدة لانه لا تجذب أثيرة

* (٢٩٢) *

من الزجاج طولها ٢ م معدودة أحد الطرفين وطرفها الثاني منتهى بخفية تدخل
منها أجسام كالرصاص وخشب الفلين والورق



ثم بعد ذلك يفرغ منها الهواء بالالة المفرغة ثم تقبب الانبوبة بسرعة فنشاهد سقوط
الثلاثة اجسام بسرعة واحدة لكن متى أدخل فيها قليل من الهواء وقلبت الانبوبة
فنشاهد تأخر الاجسام الخفيفة ويكون هذا التأخر واضحاً بالكلية متى امتلأت الانبوبة
بالهواء فينتج من ذلك ان سقوط الاجسام في الهواء يختلف السرعة وان القوة المتحركة بها
الاجسام التي تقهر مقاومة الهواء تكون أشد كلما كانت كتلة الاجسام أعظم

(الثاني) ان سرعة الجسم الساقط في الفراغ تكون مناسبة لزمن سقوطه أعني كلما
كبر الزمن مرتين أو ثلاثة أو أربعة تكبر السرعة مرتين أو ثلاثة أو أربعة

(الثالث) ان المسافات التي يقطعها الجسم بسقوطه في الفراغ تكون مناسبة لمربع
الزمن التي سقط فيها مثلاً وضبطت المسافة التي قطعها الجسم بسقوطه من منارة
في أول ثانية وكانت ٩ م ٤ م لكانت المسافة التي يقطعها في الثانية ٩ م ٤ م

$2 \times 9 = 18$ م والمسافة التي يقطعها في الثلاث ثوان $3 \times 9 = 27$ م
وهكذا يفعل في بقية الأزمنة ولعرفة مقدار ما قطعه الجسم من المسافة في كل زمن
بعد الزمن الذي قبله يطرح مقدار المسافة المقطوعة في الزمن المتقدم من المسافة
المقطوعة في الزمن الذي يليه أو يضرب مقدار المسافة المقطوعة في الزمن الاول
في أوتار العدد ٣، ٥، ٧، ٩ الخ وهذه القوانين ليست ثابتة الا في الفراغ
وفي السقوط من ارتفاع قليل وأما في الارتفاع الكبير في الهواء فتتوعد بمقاومته
للأجسام

* (في قوانين القوة المركزية للطاردة) *

القوة المركزية الطاردة هي كل قوة تشأ عن حركة منحنية ويميل بها المتحرك على
الدوام الى السباحة من مركز الدوران

ولاجل

* (٢٩٣) *



ولاجل مشاهدة ان الحركة المنحنية تحدث
القوة المركزية الطاردة تفرض جسم م
معلقا في المركز ث بحيث غير قابل
للتقدم والامحاحول هذا المركز دائرة
فاذا اعتبرت هذه الدائرة مكوونة من
مستقيمات صغيرة جدا يقال انه متى وصل
المتحرك الى أى نقطة من المنحنى كنقطة

م فانه يرسم أحد هذه المستقيمات وبالنظر لقصور الزاقي يميل هذا الجسم الى استمرار
حركته على المستقيم الصغير الذي يرسمه أو على المماس م ت لكن لا يمكنه اتباع
هذا السير لانه محسوك بالجمل الغير قابل للتقدم في المركز فاذا جعلنا بعد م ك مقدار
القوة التي تحرك الجسم في اتجاه م ت وحلناها الى قوتى م س وم ب تكون
الاولى هي القوة التي تستخدم الجسم في اتجاه محيط الدائرة والثانية هي القوة المركزية
الطاردة لانها تميل الى تباعد الجسم م عن مركز الدائرة

وهذا يمكن تطبيقه على الجسم الموضوع في المفلاق قبل انفصاله منه وهو في حالة
الدوران فاذا انقطع جيل المفلاق اندفع الجسم باحدى القوتين أعني القوة المركزية
الطاردة فيخرج عن محيط الدائرة ويسير في اتجاه المماس للدائرة التي كان سايرا فيها قبل
وقوانين القوة المركزية الطاردة الناشئة عن الحركة المنحنية ثلاثة

الاول ان شدة القوة المركزية الطاردة تكون مناسبة لكتلة المتحرك
الثاني ان هذه الشدة للجسم الواحد والمنحنى الواحد تكون مناسبة لمربع السرعة
يعني متى كبرت سرعة المتحرك مرتين أو ثلاثة كبرت القوة المركزية أربع مرات
أو تسعة

الثالث متى تساوت الكتلة والسرعة تكون القوة المركزية الطاردة على حسب عكس
نصف قطر الدائرة المرسومة بالمتحرك (ونرجع لما كنا فيه فنقول)

وحيث اذا وقعت جملة قوى متوازية في جهة واحدة على جملة نقط مرتبطة ببعضها
فأولا لا يكون لهذه القوى قوة محصلة مساوية لمجموعها وثانيا لا يكون اتجاه هذه المحصلة
موازيا لاتجاه القوى المذكورة وثالثا لا يكون المحصلة نقطة تأثيرى بمركز القوى
المتوازية فينتج من ذلك أولا انه يوجد محصلة لجميع أنقال عناصر الجسم الجامد وهذه

المحصلة هي ثقل الجسم وثانيان اتجاه هذه المحصلة يكون مواز بالقوة الشاقل أى
 رأسيا وثالثا انه يكون لمحصلة أنقال عناصر الجسم نقطة تأثير تسمى مركز الثقل
 وينتج عما ذكر أن لا انه يمكن اعتبار ثقل جسم أو جملة أجسام مرتبطة ببعضها كقوة
 مؤثرة في اتجاه رأسي على مركز ثقل الجسم الذي هو دائما موجود على الاتجاه المذكور
 مهما كان وضع الجسم المذكور وثانيا انه يلزم لمحصول التوازن مع فعل الشاقل
 المؤثر على جميع عناصر الجسم إبقاء قوة واحدة رأسية تمر بمركز ثقل الجسم بشرط أن
 تكون مساوية لثقل مجموع عناصر الجسم وتكون مؤثرة في عكس اتجاه تأثير الشاقل
 وبالعكس اذا حصل التوازن بين قوة واحدة وبين ثقل مجموع عناصر جسم أو أجسام
 مرتبطة ببعضها فيكون اتجاه هذه القوة رأسيا ومركز ثقل الجسم

مثلا اذا فرضنا ان الجسم AB معلق بسلك مستقيم $هـ هـ$ في

خطاف ثابت $د$ فانه يتوازن ويعمى فعل الشاقل بمقاومة السلك

فيكون اتجاه السلك رأسيا ومركز ثقل الجسم المذكور



(في إيجاد مركز ثقل جسم بالتجربة)

اذا كان المراد إيجاد مركز ثقل جسم ما بالتجربة يعلق الجسم بخط من إحدى نقطه
 فاتجاه هذا الخط يمر بمركز ثقل الجسم ثم يعلق من نقطة ثانية فيمر امتداد الخط
 بمركز ثقل الجسم كذلك فتكون نقطة تلاقي الخطين مركز ثقل الجسم المقروض
 اذا اعتبرنا ان الخطوط والسطوح والأجسام مركبة من أجزاء متعددة في الوزن يكون
 مركز ثقل المستقيم في منتصف طوله و

(٢) مركز ثقل سطح متوازي الاضلاع أو محيطه في نقطة تلاقي قطريه و

(٣) مركز ثقل سطح الدائرة أو محيطها هو مركزها و

(٤) مركز ثقل سطح من متوازي السطوح أو مجسمه في تقاطع قطرين من أقطاره
 الاربعة أو في منتصف أحد أقطاره و

(٥) مركز ثقل السطح المحدب للأسطوانة القائمة أو المسألة ذات القاعدتين
 المتوازيين أو مركز ثقل مجسمها في منتصف محورها و

(٦) مركز ثقل سطح الكرة أو مجسمها هو مركزها

(٧) وهو ما يكون مركز ثقل محيط الاشكال المنتظمة وسطها أو مجموعها في مركزها
إذا كان المراد إيجاد مركز ثقل مثلث مستقيم الاضلاع abc فنصل من زاوية a
الى وسط الضلع bc المقابل لها مستقيم ad فمركز ثقل المثلث يكون موجودا
على هذا المستقيم ثم نصل من زاوية b الى وسط ac مستقيم
 be فمركز ثقل المثلث يكون موجودا أيضا على هذا المستقيم
فتكون نقطة f تلاقى المستقيمين ad و be هي مركز
ثقل المثلث المفروض وان مركز الثقل f يكون موجودا في ثلث الخط af



الواصل من رأس المثلث لمنتصف القاعدة bc من جهة القاعدة المذكورة
إذا كان المراد إيجاد مركز ثقل سطح مضلع ما $abcde$ فنقسمه الى ثلاثة مثلثات
بخطي ac و ad الموصولين من زاوية a ثم نعين مراکز ثقل المثلثات
المحاذة f, g, h ونخرج مستقيمين lm و nl بالاختيار في مستوى كبير



الاضلاع المفروض وعليه ما ننزل أعمدة من مراکز الثقل
 f, g, h ونعتبر هذين المستقيمين كخطي تقاطع
مستويين موازيين لاتجاه التفاضل فيعد مركز ثقل
المضلع $هـ$ أو المثلثات عن كل من مستقيمي lm و nl
 $هـ$ يساوي لمجموع عزم المثلثات بالنسبة لكل من
المستويين المذكورين مقسوما على مجموع مساحات
المثلثات يعني ان بعده هذا المركز عن مستقيم lm يكون

$$\frac{ab \times f + ac \times g + ad \times h}{ab + ac + ad}$$

وبعد عن مستقيم nl يكون

$$\frac{ab \times f + ac \times g + ad \times h}{ab + ac + ad}$$

فحينئذ اذ امددنا مستقيماوازي $الـم$ ومتباعد عنه بكمية مساوية لاول بعد من
البعدين المذكورين فهذا المستقيم يحتوي على مركز ثقل كثير الاضلاع وأيضا اذا
مددنا مستقيماوازي $لـهـ$ ومتباعد عنه بكمية مساوية للبعد الثاني يكون هذا المستقيم

محتويا أيضا على مركز الثقل فيكون حينئذ تقاطع هذين المستقيمين هو مركز ثقل المثلث المطلوب

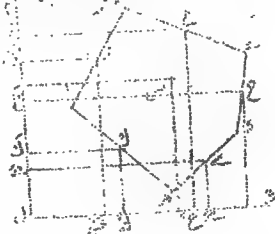
إذا كان المراد إيجاد مركز ثقل محيط كثير الاضلاع $ا ب ج د ه$ ننصف اضلاعه بنقط $ق د ع و ح$ ونصلها فنكون هي مراکز ثقل هذه الاضلاع ثم نرسم مستقيمين $ل م ر$ $ه$ بالاختيار في مستوى كثير الاضلاع المذكور وننزل عليهم ما أعده من مراکز الثقل فيبعد مركز ثقل محيط الشكل $ه$ بالنسبة لكل من مستقيمي $م ل ر$ $ه$ يساوي لمجموع مزم الاضلاع مقسوما على حاصل جمع هذه الاضلاع يعني ان بعد مركز الثقل $ه$ عن مستقيم $م ل$ يكون

$$\frac{ا ب \times ق د + ج د \times ع و + د ه \times ح و + ه ا \times و ح}{ا ب + ج د + د ه + ه ا}$$

وبعد مركز الثقل $ه$ عن مستقيم $ل م$ يكون

$$\frac{ا ب \times ق د + ج د \times ع و + د ه \times ح و + ه ا \times و ح}{ا ب + ج د + د ه + ه ا}$$

فإذا مددنا مستقيما موازيا للمستقيم $ل م$ ومتباعدة عنه بكمية مساوية للبعد الاول ومددنا أيضا مستقيما موازيا للمستقيم $ل ه$ ومتباعدة عنه بكمية مساوية للبعد الثاني فنكون نقطة $ه$ تقاطع هذين المستقيمين مركز ثقل محيط كثير الاضلاع المقروض



إذا كان المراد إيجاد مركز ثقل هرم ثلاثي $ا ب ج د$ نعين نقطة $ق$ مركز ثقل أحد وجوهه $ب ج د$ بأن نصل $د$ الى منتصف $ب ج$ بمستقيم $د ه$ ونضع نقطة $ق$ بشرط أن تكون في $\frac{1}{3}$ ضلع $د ه$ من جهة $ب ج$ ثم نصل مستقيما $ا ق$ فيثبت مركز ثقل الهرم يكون موجودا على مستقيم $ا ق$ ثم

نبحث

* (٢٩٧) *

نبحث عن نقطة ع مركز ثقل وجه آخر
منه كوجه ا ب د كما تقدم فاذا وصلنا
مستقيم و ع فهذا المستقيم يحتوي أيضا
على مركز ثقل الهرم فتكون نقطة ع
تقاطع مستقيمي ا ب و د ع مركز ثقل
الهرم المقروض وهي في ربيع مستقيم ا ب
بالابتداء من وجه د ح



إذا كان المراد إيجاد مركز ثقل قوس دائرة ا ب د يقال ان مركز ثقل القوس
المذكور يوجد على نصف القطر د ف الذي يمر بوسط هذا
القوس وعلى بعد من مركزه د وهو الرابع المتناسب لطول
القوس ولوتره ا ب ولنصف قطره د ف يعني انه يستخرج
بعد د ع مركز ثقل قوس ا ب د من هذا التناسب



$$\frac{ا ب \times د ف}{ا ب} = د ح$$

* (في توازن الرافعة) *

الرافعة قضيب متساو لا يثبت سوا كان مستقيما أو منحنيا قابلا للحركة حول إحدى
نقطته الثانية التي تسمى نقطة الارتكاز

فاذا فرضنا ان الرافعة عديدة الثقل وان و ك قوتان واقعتان بدون واسطة
أو بواسطة حبل ا ب و ب ك على النقطتين ا و ب من الرافعة واعتبرنا



مقاومة النقطة د كقوة ثالثة م واقعة على
الرافعة في نقطة د في حالة توازن هذه القوى
الثلاث يلزم أولا أن تكون اتجاهاتها في مستو
واحد وان تقاطع في نقطة واحدة ك نقطة د
وثانيا أن تكون النسبة بين القوتين
و ك ك النسبة العكسية بين العمودين
د ه د و ف المتوازنين من نقطة الارتكاز
على اتجاهيهما

تفكره

* (٢٩٨) *

أعني $ق : ك :: ح : د$ هـ
والثالث إذا أخذنا بالابتداء من نقطة $د$ على اتجاهي القوتين $ق$ و $ك$ مستقيمين
و $د$ و $م$ مناسبين لمقداري هاتين القوتين وكننا متوازي الاضلاع $ق د ل هـ م$
فالقطر $د هـ$ يبين القوة $م$ قدرا واتجاها أعني انه يبين مقاومة نقطة الارتكاز
وحيث أنه يكون $ق : ك :: م : د :: ل : د :: م : د هـ$ أو

$ق : ك :: م : د :: جا د : م : جا هـ : د$
إذا فرضنا ان نقطة الارتكاز $د$ قابلة لمقاومة غير محدودة فلاجل ان القوتين
 $ق$ و $ك$ يتوازنان حول هذه النقطة بواسطة الرافعة يلزم أن لا ان اتجاهاهما ونقطة
الارتكاز تكون في مستوا واحد وثانيا ان كلا من القوتين $ق$ و $ك$ يعمل لتدوير
الرافعة حول نقطة الارتكاز $د$ في جهة مضادة لجهة تأثير القوة الاخرى وان
هزمهما بالنسبة لهذه النقطة يكونان متساويين أعني يكون

$$ق \times د > هـ \times ك > د$$

ويشاهد أولا بما تقدم انه هما كان صغير قوة $ك$ فانه يمكن دائما بواسطة رافعة

$$جعله موازنة لقوة أخرى $ق$ معلومة المقدار والاتجاه لان $د > ق \times د > هـ$$$

وثانيا اذا كان البعد $د$ معلوما يمكن ايضاً مقدار القوة التي توازن قوة $ق$ لان

$$ك = \frac{ق \times د}{د}$$

وأما المحل الواقع على نقطة الارتكاز $د$ فيساوي محصلة القوتين $ق$ و $ك$ وهما
المحل يتعين بواسطة التناسب الاتي

$$ق : ك :: م : د :: جا د : م : جا هـ : د$$

$$أو \frac{ق \times جا د : ك}{جا د : م} = \frac{ق}{م}$$

$$\frac{ق \times جا د : ك}{جا د : م} = \frac{ق}{م}$$

(تبيين الاول اذا كان اتجاها القوتين $ق$ و $ك$ الواقعتين على رافعة متوازيين كما

ان

* (٢٩٩) *

إذا كان ثقلان معلقان في نقطتي ١ و ٢ فإن الحمل الواقع على نقطة الارتكاز
 $ج = ح + ك$ فإذا كانت الرافعة مستقيمة يكون مثلث $ا د ه$ مشابهاً للمثلث
 $ب د ن$ ويحدث

حرف : د ه :: د ب : ا د وفي حالة التوازن نجد

$$ح : ك :: د ب : ا د$$

* (الثاني) * يعتبر ثقل الرافعة كقوة ثالثة رأسية واقعة على مركز ثقلها فإذا كان
 $ب د$ ثقلين معلقين في رافعة مائلة $ا ب$ ومتوازنين حول نقطة الارتكاز $د$
 فيعتبر ثقل الرافعة كثقل ثالث $س ه$ معلق في مركز ثقلها $ع$ ومجموع عزمي الثقلين
 $ك و س ه$ بالنسبة لنقطة الارتكاز $د$ يساوي عزم الثقل $ح$ أعني يكون

$$ك \times د ب + س ه \times د ع = ا د \times ح$$

$$ك \times د ب = ا د \times ح - س ه \times د ع$$



$$ك \times د ب + ا د \times ح = س ه \times د ع$$

$$ك \times د ب = س ه \times د ع - ا د \times ح$$

ومقدار الحمل الواقع على نقطة الارتكاز $ك$

$$= ح + ك + س ه$$

إذا كانت الرافعة قضيباً من حديد سمكه متعدي في جميع طوله وثقله ١٠ كيلوجرامات
 وطوله ٢ م وذراع المقاومة ١ م والمقاومة ٥٠٠ كيلوجرام فما
 مقدار القوة التي يلزم وضعها في الطرف الثاني من الرافعة لحصول التوازن

جواب ذلك يقال إن معادلة $ك \times د ب = ا د \times ح + س ه \times د ع$ ينتج منها

$$ك \times د ب = ا د \times ح + س ه \times د ع$$

$$٢١٠ \times ٥٧٩ = \frac{٤١٠}{١٩} = \frac{٩-٥٠}{١٠} = \frac{٠,٩ \times ١٠ - ٠,١ \times ٥٠٠}{١٠,٩٠} = ٢١٠$$

ومقدار الحمل الواقع على نقطة الارتكاز $ك + ح + س ه = ٢١٠ + ٥٧٩ = ٧٨٩$ كيلوجرام

(٣٠٠)

(نوع ثان من الرافعة)

في هذا النوع تكون نقطة الارتكاز في أحد طرفي الرافعة والمقاومة في الطرف الثاني والقوة بينهما وهذا النوع يستعمل فيما إذا أريد إحداث سرعة عظيمة في الحركة كما في المداس الذي يضع السنان قلمه عليه لإدارة هجر المسم فان المداس المذكور هو الرافعة والطرف المثبت فيه هو نقطة الارتكاز والطرف الثاني المقاومة والقدم الذي بين الطرفين هو القوة ويلزم في هذا النوع بذل قوة عظيمة

إذا وقعت قوتان P و K على نهايتي رافعة AB مستقيمة حول نقطة الارتكاز C واختل التوازن كانت النسبة بين القوتين كالنسبة العكسية بين المسافتين B و A و AH المقطوعتين بهاتين القوتين تبعاً للاتجاهين يعني تكون نسبة $P : K :: B : A$



(في توازن القوى التي تؤثر بعضها في بعض بواسطة الاحبال)

لذلك نفرض ان الاحبال بدون ثقل وانها آيلة الى محاورها المعتبرة خطوطاً قابلة للالتئام ولا تتقطع ولنفرض ثلاثة أحبال PA و AB و BP متحدة في عقدة A وان P قوة واقعة على الجبل A فحافضة للثقل P في الموازنة بواسطة نقطة ثابتة P مربوط فيها الجبل PA والمراد بمصادم شروط التوازن

ولذلك تحلل القوى المؤثرة في الميمنة بخط AB الى قوتين احدهما AB تكون مضجة جهة نقطة الارتكاز P والاخرى AM تكون مضادة للثقل P ويلزم من هذا ان تكون الحبال الثلاثة في مستو واحد فأما القوة الاولى AB فانها تنعدم بمقاومة النقطة الثانية P ويتبين الضغط الواقع على هذه النقطة أو مقدار شدّة قوة P الناتج من جبل PA وأما القوة الثانية AM فانها تكون هي القوة التي يلزم ان تكون مساوية للثقل P لكي يحصل التوازن حينئذ يوجد



$P : K :: B : A$ و AH المقطوعتين بهاتين القوتين

تبعاً للاتجاهين

ط : ه : ي ج ا ن ا ه : ح ا ط ا ف و ن : ه : ي ج ا ط ا م : ج ا ط ا ن
اذا كان المحبل ط ا ف ا ما من حلقة مربوطة في طرف حبس ا ه في حالة
التوازن انجباء القوة ه يقسم زاوية ط ا ف الى جزئين متساويين لان هذه
القوة تكون موضوعة بكيفية واحدة بالنسبة لانجهاى الجزئين
ط ا ر ا ف و لا موجب لتزحلق الحلقة الى جهة منها والجزآن ط ا و ا ف
يكونان مشدودين بالتساوى ويوجد



ن : ه : ي ح ا ط ا ف : ح ا ط ا ن
وحيث ان تقبل المحبل ط ا ف لا يكون معدوما
فلا يمكن ان تصل هذه الزاوية الى قائمتين أبدا

وحين تكون القوة ه حاملة الحلقة في حالة الموازنة يمكن اعتبار نقطة الحلقة التي
تماس فيها مع المحبل كمنطقة ثانية ومصرف النظر عن بقية المحبل فينتج مما سبق انه
اذا كانت قوتان شادتان حيلامتك على نقطة ثانية فان الضغط على هذه النقطة
ينصف الزاوية المحاذية بين جزئي المحبل المذكور وهذا ان الجزآن يكونان حينئذ
مشدودين بالتساوى وينتج ايضا انه اذا كانت قوتان متوازتان بواسطة حبس
محيط بمضلع محدب أو محيط بمنع فان الضغط الواقع على كل زاوية ينصفها وجميع
أجزاء المحبل تكون مشدودة بالتساوى والقوتان يكونان متساويتين

(في البكرة)

البكرة قرص فيه تعبير في محيطه بمركزه عليه
حبس ه ع ح ك وهذا القرص يمر
بمركزه محور ه والبكرة تدور حول هذا
المحور في حالة ه ل فاذا تصورنا
ان محور البكرة ثابت وان ه ر ك
قوتان واقمتان على طرفي المحبل وان
هذا المحبل لا يحدث احتكاكا على مقر
البكرة فمن الواضح ان القوتين ه ر ك
لا تتوازنان الا اذا كانتا متساويتين
لانهما ان كانتا غير متساويتين فالقوة



* (٣٠٢) *

الكبرى شحير الصغرى على محور البكرة فلا يكون هناك توازن والبكرة لا تسبق في حالة الموازنة إلا إذا كانت القوة المحصلة من القوتين $و$ $ك$ مائة بمرکز البكرة ومعدومة بمقاومة تمر بهذا المركز فينتج إذا مدنا $و$ $ع$ $ك$ $ح$ اللذين هما انجهاها المحيلين حتى يتلاقيا في نقطة $ا$ وبينما القوة $و$ بمسكن $ا ب$ والقوة $ك$ بمسكن $ا ح$ وكلتا متوازي الاضلاع $ا ب$ $ا ح$ فخطره $ا$ الذي يبين محصلة هاتين القوتين يلزم ان يمر بالنقطة الثانية $ه$

ومقدار الحمل الواقع على محور البكرة يساوي محصلة القوتين $و$ $ك$ فإذا زنا بخلاف $س$ لهذا الضغط يكون

$و : ك :: س :: ا ب : ا ح : ا$

وإذا مدنا $ا ب$ $ا ح$ $ا$ الذي هو وتر القوس المحاط بالمحبل يكون

$ا ب : ا ح : ا : ا :: ع : ه : ح : ع : ح$ واذن يكون

$و : ك :: س :: ع : ه : ح : ع : ح$

وإذا كان محور البكرة محفوفا بالمقاومة $س$ بواسطة المحالة $ه ل$ فلاجل اتزان هذا المحور وتوازن القوى $و$ $ك$ $س$ الثلاث يلزم ان القوة $س$ تكون مساوية ومضادة للحمل الواقع على المحور ومن هنا يعلم أولان انجها هذه القوة يلزم ان يجمع المستقيم $ا ه$ وثانيا ان مقدارها يلزم ان يكون مساويا لمحصلة $س$ من القوتين $و$ $ك$ فعلى هذا يكون

$و : ك :: س :: ع : ه : ح : ع : ح$

فحينئذ إذا كانت قوتان $و$ $ك$ واقعيتن على حبل ملتف على بكرة وكانتا متوازيتين مع وجود قوة ثالثة $س$ واقعة على محور البكرة فإولا تكون القوتان $و$ $ك$ متساويتين وثانيا انجها القوة $س$ ينصف الزاوية المحاذية بين اتجاهي القوتين الآخرين وثالثا كل واحدة من القوتين $و$ $ك$ نسبهما الى القوة الثالثة $س$ كنسبة نصف قطر البكرة الى وتر القوس المحاط بالمحبل

وينبج مما سبق أولانه إذا كان حبل المحالة مربوطا في نقطة ثابتة ذات مقاومة غير معدومة وفرض ان المطلوب جعل القوة $ك$ والمقاومة $و$ في حالة الموازنة أو التغلب على المقاومة $و$ بالقوة $ك$ فالبكرة لا تساعد القوة انجها انجهاها بدون تغير مقدارها

واما

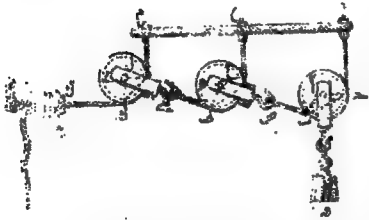
(٢٠٣)



وأما إذا كان أحد طرفي الحبل المثبت على البكرة مربوطاً في نقطة ثابتة $هـ$ وكانت المقاومة $سـ$ مربوطة في الحاملة فالبكرة تساعد القوة $كـ$ التي هي أقل من المقاومة لأن نسبة $كـ : سـ :: هـ : ع$ متوازيين وموازين لحبل الحاملة يصير الوتر $عـ$ قطراً ويحدث $هـ : كـ :: سـ : ١ : ٢$

يعني أن القوة $سـ$ أو الضغط الواقع على محور البكرة يساوي مجموع القوتين $هـ$ و $كـ$ أو ضعف أحدهما ومن هنا يعلم أن القوة $كـ$ توازن المقاومة $سـ$ التي هي ضعفها ويسمى بكرة ثابتة كل بكرة تكون حالتها مربوطة في نقطة ثابتة وتكون القوة والمقاومة واقعيتين على الحبل المثبت عليها لكن إذا كانت المقاومة مربوطة في الحاملة وكان الآخر متحركاً البكرة

مع المقاومة تسمى هذه البكرة متحركة ولنفرض ثلاث بكرات متحركة مجردة عن الثقل وأن الأولى حاملة ثقل $هـ$ معلقاً في حالتها وأن الحاملة بحبل أحد طرفيه مربوطاً في نقطة ثابتة $هـ$ وطرفه الآخر مربوط في حاملة البكرة الثانية وأن هذه البكرة مثبته عليها بحبل آخر أحد طرفيه



مثبتة في نقطة $عـ$ وطرفه الآخر مربوط في حاملة البكرة الثالثة وأن هذه البكرة مثبته عليها بحبل ثالث مثبته من أحد طرفيه في نقطة $مـ$ ومشدود من طرفه الآخر بقوة $كـ$ ونفرض أن الثلاث بكرات في الموازنة وعند أنصاف الأقطار وأوتار البكرات يمكن اعتبار توازن البكرة الأولى ! كما إذا كانت وحدها فإذا مرنا بحرف $صـ$ لتقدير شدته الحبل $بـ$ فيه نجد

* (٣٠٤) *

ف : ح : ب : ع : د : أ
 واذرنما بحرف ن لشد جيل ف ن فجد
 ويوجد بخصوص البكرة الثالثة
 ن : لا : ك : ل : د : ع أو

ف : ك : ب : ج : ن : ع : خ : ك : ل : ب : ا : ف : ه : خ : ك :

أعني ان نسبة المقاومة الى القوة
 كنسبة حاصل ضرب الاوتار الى
 حاصل ضرب أنصاف الاقطار
 * (نتيجة) *

حين تكون الحبال د : ع : ح : ل : م
 متوازنة تصير الاوتار أقطاراً والتناسب
 السابق يؤد الى : ك : ٢ : ٢ : ٢ : ٢ : ٢

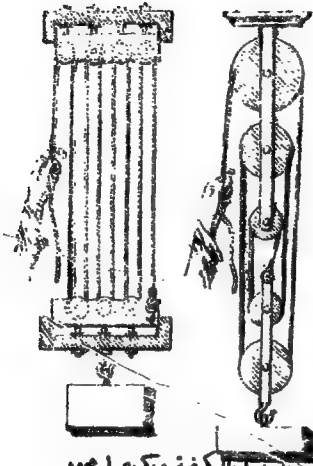
١ : ٨ : أو ١ : ١ : ١ : ١ : ١ :

ومن هنا يعلم ان نسبة المقاومة الى
 القوة في هذه الحالة كنسبة عدد ٢ مرفوعاً الى درجة معينة بعدد البكر المتحرك الى واحد
 * (في العبارات) *

العبارة هـ بكرة مجمعة في حالة واحدة وثلاث مستعملون عبارة
 ثابتاً معجوباً بعبارة متحرك وجبعب بكرة العبارين يلف عليها حبل
 واحد أحد طرفيه مربوط في أحد العبارين وطرفه الآخر
 مشدود بالقوة وأما المقاومة فتكون معلقة في حالة العبار المتحرك
 فاذا صرفنا النظر عن ثقل الالكه وكانت القوة ك موازنة للمقاومة
 في المعلقة في حالة العبار المتحرك فلا يوجد التوازن الا اذا كان
 موجوداً لكل بكرة وحدها وكان جرأ الحبل الملتف على هذه
 البكرة مشدودين بالسوية يعني يكون شد حبل ك = ا = شد
 حبل ب = ح = شد حبل د = ج = شد هـ = د = ح = ع
 وهكذا فاذا ن تكون الحبال المارة من عيار لا يتم مشدودة
 بالتساوي وحيث ان مقدار شد أحد هذه الحبال مضروباً في عددها
 يساوي المقاومة يكون مقدار شد أحد هذه الحبال أ والقوة ك
 يساوي



* (٢٠٥) *



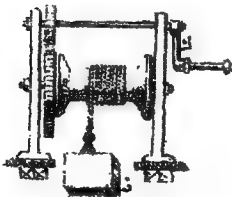
يساوي خارج قسمة المقاومة u
على عدد الجبال التي تمر من عيار
لاخر ينتج من ذلك ان العيار
المكون من ٦ بكرات الذي فيه
طرف المحبل مربوط في حالة البكر
الثابت يلزم أن يكون فيه القوة
ك $= \frac{1}{6}$ المقاومة لكي توازنها
وأما في الحالة التي يكون فيها العيار
مكونا من ٥ بكرات منها ٣ ثابتة
و ٢ متحركتان وفيه طرف المحبل
مربوط في العيار المتحرك فان القوة
ك $= \frac{1}{5}$

وتقل العيار المتحرك يعتبر كأنه جزء
مضاف الى المقاومة

ولما كان وضع العيار بالكيفية
المذكورة يشغل مساحة عظيمة استحسن
واحد بصيرا وفي في الاصل

* (في الملفاف) *

الملة حواسطوانة موضوعة وضعا أفقيا تدور حول محورها المحيطة من طرفها على
نقطتين ثابتتين يلف عليها حبل يجذب تعلما وهذا الالة تعتبر رافعة ولها أيادي
تتحركها القوة المؤثرة



ومهما كان اتجاه القوة عند ما تكون
منجبهة في مستو محوردي على محور
الاسطوانة فإنه يمكن تصور القوة
المذكورة كأنها واقعة على طارة
يكون محيطها مماسا لاتجاه هذه القوة
ولايجاد النسبة بين القوة ك والمقاومة

تذكره

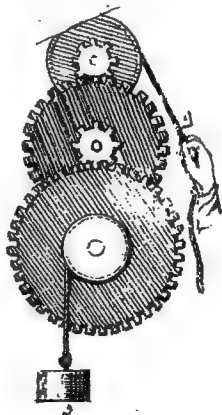
* (٢٠٦) *

ق في حالة الموازنة يؤخذ عزم كل منهما بالنسبة لمحور المذكور فاذا مر بتاج حرف ك
لبعد القوة ك عن محور الملفاف وبجرف ق لبعد المقاومة عنه يكون
ك × ق = ق × ق أو
ك : ق :: ق : ك

أعني ان نسبة القوة الى المقاومة كنسبة نصف قطر الاسطوانة الى نصف قطر الطارة
وباعتبار سمت المحبال يرى في حالة توازن الملفاف ان نسبة القوة الى المقاومة كنسبة
نصف قطر الاسطوانة مضاعفا اليه نصف قطر المحبل الى نصف قطر الطارة مضاعفا اليه
نصف قطر المحبل

* (في الطارات المسننة والضروس) *

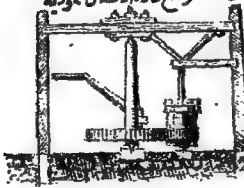
الطارات المسننة والضروس هي من أنواع الملاقيف فلا يستلزم فيها بديل الاحبال التي
توصل الحركة من ملفاف لا تتحرك ويلزم أن تكون الاسنان المصنوعة في محيط كل
طارة متباعدة عن بعضها بمساافات متساوية
وكذا يلزم ان يثبت على مسهم كل طارة مسننة
طارة أخرى قطرها أصغر من قطر الاولى
كقوة كذلك وتسمى ضرسا ويلزم أن توضع
هذه الطارة بحيث أن أسنان كل ضرس
تتعلق بأسنان الطارة المتصلة به في هذا الوضع
معي دارت طارة حول محورها فبعضها يتحرك
الطارة المتعلق بها فتدور حول محورها
ويكون الضرس الأخير في هذه الحالة بمنزلة
اسطوانة ملفاف بحيث إذا كانت قوة ك
واقعة على محيط الطارة الاولى وموازنة لمقاومة
ق الواقعة على محيط الضرس الأخير تكون
نسبة القوة الى المقاومة كنسبة حاصل ضرب
أنصاف أقطار الضروس الى حاصل ضرب
أنصاف أقطار الطارات وتسهل الطارات
المسننة



* (٢٠٧) *

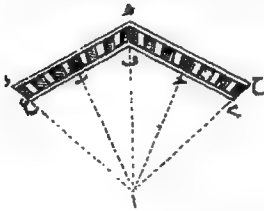
المسندة في أغلب الآلات سيما في الطواحين والساعات وفائدتها توصيل حركة دوران اسطوانة أو سهم حول محوره بواسطة حركة دوران سهم آخر ويكون محور السهمين في مستوى واحد رأسي

حيثما تكون الزاوية المحاذية بين محوري السهمين قائمة توضع عادة الاسنان عمودية على مستوى الطارة وحيثما يمكن أن تتعشق تلك الاسنان بأسنان ضرس أو بأضلاع فانوس بسد مسد ضرس وبهذا التعشيق فيجبر أسنان الطارة على أن تنزلق على



أضلاع الفانوس في اتجاه محوره وبهذا الوضع يزاد الاحتكاك

وعلى العموم مهما كانت الزاوية α المحاذية بين محوري السهمين فلاجل أن تتصل حركة دوران أحدهما بالآخر بواسطة طارتين مستقيمتين مثل $هـ$ و $ف$ و $ح$ و $ز$ ولاجل أن الاسنان لا تنزلق على بعضها في اتجاه المحورين يلزم أن تكون كل طارة منهما حادثة من



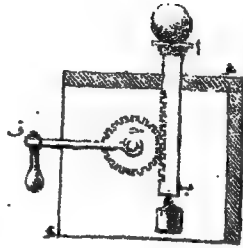
محورهما رأس مشتركة وهي نقطة $ا$ ومحورهما يكونان مقعدين محوري السهمين ويلزم أن تكون أسنان كل طارة منهما منتبهة بسطوح مخروطية لمارأس مشتركة هي نقطة $ا$ المذكورة

* (في الغرثنة) *

الغرثنة بسيطة ومركبة فالبسيطة هي الآلة مركبة من قضيب من حديد $ا$ في أحد أوجهه أسنان $ب$ وقطر في جهة طوله داخل علبة $هـ$ وأسنان القضيب تتعشق بأسنان الضرس $ج$ الذي يدور حول محوره بواسطة ماقولة $ف$ وأسنان الضرس يترقب أسنان القضيب وترفع النقل المستقر على رأس القضيب $ا$ أو النقل الذي يرتفع بحالة $ب$ وهذه الآلة نوع من الملقاف ومن الواضح أنه في حالة التوازن حين ما يكون انقياء القوة محودا على ذراع الماقلية تكون نسبة القوة إلى

* (٣٠٨) *

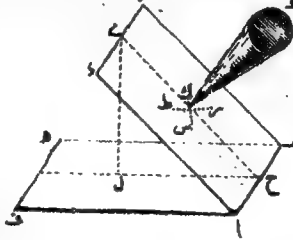
المقاومة ~~ممكنة~~ نصف قطر
الضرس الى ذراع المناوبة وأما
في العربة المركبة فتعشق أسنان
الضرس الاول بأسنان طارة مسننة
وأسنان ضرس هذه الطارة تعشق
بأسنان القصب فهذا الوضع يمكن
موازنة مقاومة عظيمة بجدا بقوة
متوسطة وهذه الحالة تناسب لحالة
الطارات المسننة



* (في توازن جسم على مستوئائل) *

المستوى المائل ا ب ح د هو مستوئال مع المستوى الافقي ا ب هـ ن
زاوية حادة ع ح ك وهي مقياس ميل المستوى المائل على الافق ومستوى
الزاوية المذكورة هو رأسي وعمود على المستوى المائل وعلى المستوى الافقي وعلى
قصلهما المشترك ا ب وإذا أنزلنا من نقطة ع عمود ع ل على المستوى
الافقي فلا يخرج عن مستوى الزاوية المذكورة ويحدث مثلث قائم الزاوية ع ل
ع ووتره ع ح طول المستوى المائل وضلعه الرأس ع ل هو ارتفاع
المستوى المائل وضلعه الافقي ل ح هو قاعدة المستوى المذكور

فإذا من جسم مستوئالاً ثابتاً
ا ب د ع في نقطة واحدة ك
وكان هذا الجسم مدفوعاً بقوة
واحدة هـ واتجاهها ق ك
عمود على المستوى المائل
وماز ينقطع التماس ك فهذا
الجسم يكون متزاناً



لان اتجاه القوة ق ك عمود
على المستقيمان ك ب و ك ج و ك د و ك هـ الخ الباقية بموقعه نقطة ك
وبرسومة

* (٣٠٩) *

ورسومة في المستوى المائل abc وحيث ان هذه القوة مدفوعة بالنسبة لكل من هذه المخطوط بكيفية واحدة فلاموجب التحريك نقطة k على أحد هذه المخطوط دون الآخر فحينئذ تبقى هذه النقطة معتزلة وبناء عليه يبقى الجسم كله متزنا والشرطان المتقدمان ضروريان لاتزان الجسم المدفوع بقوة لانه



أولاً اذا كان اتجاه القوة $هـ$ ليس ماراً بنقطة التماس $ك$ فلما منع منع نقطة $ع$ التي هي إحدى نقط الجسم الموجودة على هذا الاتجاه من اقترابها من المستوى وحينئذ يتحرك الجسم

ثانياً اذا كان اتجاه القوة $هـ$ $ك$ ماراً بنقطة التماس $ك$ وليس عموداً على المستوى المائل فيمكن ان تتصور ان هذه

القوة واقعة من نقطة $ك$ فاذا مددنا اتجاهها جهة $ك ر$ ورسمنا مستقيم $ك ر$ فمما عموداً على المستوى المائل ونصورنا مستويًا ماراً بالمستقيمين $ك ر$ و $ك س$ فهذا المستوى يقطع المستوى الاول abc في مستقيم $ح$ في نقطة $ك$ فاذا بينا قوة $هـ$



يجزء $ك ر$ من اتجاهها وكلنا متوازي الاضلاع $ك ط$ منه يمكن تبويض قوة $هـ$ بالقوتين $ك س$ و $ك ط$ وحيث ان قوة $ك س$ مارة بنقطة التماس واتجاهها

عمود على المستوى المائل abc $هـ$ فنعدم بمقاومة هذا المستوى وحيث انه ليس موجوداً ما يبطل تأثير قوة $ك ط$ التي اتجاهها مواز للمستوى فتتحرك نقطة $ك$ في اتجاه $ك ط$ وحينئذ يبتز الجسم



وينج من ذلك انه اذا كان جسم متأثر بقوة ثقله فقط ومتزناً على مستوييه في نقطة واحدة يلزم موازته (أولاً) ان مركز ثقله $ق$ ونقطة التماس يكونان على مستقيم واحد رأسي وثانياً ان يكون المستوى abc أفقياً

وينتج أضافته إذا كان جسم متأثر بقوة ثقله فقط ومتكنا على مستوئ مثل باعد
نقطه وكانت هذه النقطة على اتجاه الخط الرأسى المار بمركز ثقله فهذا
الجسم يتحرك

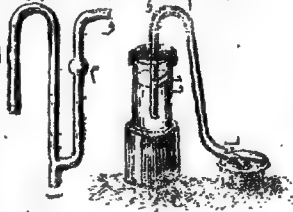
وكذلك إذا كان جسم مدفوع بقوة واحدة ق على
سطح مائل ك ب ولا يحسه الا في نقطة واحدة ك
لا يزن الجسم المذكور الا إذا كان اتجاه القوة مائلا بزاوية
القياس وعمودا على السطح المائل



والسطح المائل هو آلة من ضمن الآلات التي توضح قوانين سقوط الاجسام وانه كلما
كبرت الزاوية المحاذية ح ك كلما زادت سرعة سقوط الجسم وكلما صغرت
نقصت به سرعة سقوط الجسم

(في المص)

المص أنبوبة مخفية الى شعبتين مختلفتي الطول تسهل لتفريغ السوائل من أعلى
حافة اناء الى آخر والشعبة القصيرة هي التي تنصرف في الاناء المراد تفريغه ولا اجل
استعماله بلا أول بالسائل ولا اجل ذلك يقلب ويملا مباشرة وتسد فتحاته في الحال
ثم يوضع كما هو موضح في هذا الشكل أو تنفخ الشعبة القصيرة في السائل ويجذب الهواء
الذي في المص من فتحة ب بواسطة الفم فيحصل الفراغ في المص ويندفع سائل
الاناء ث في الأنبوبة بتأثير الضغط



الجوى ويملأها ويستمر سيلانه
ومنى كان السائل المراد تفريغه مضرا
بالفم فانه يستعمل مص ملحوم فبه
أنبوبة أخرى م موازية للشعبة
الكبيرة وحينئذ فيجذب الهواء
عن الجهاز بواسطة فتحة ب ولهذا

الانبوبة ويلزم سد فتحة ب مدة جلب الهواء ومنع ارتفاع السائل في الانبوبة
المضافة الى الفم ومنى امتلأ المص بأى عمل كان استمر السيلان مادامت الشعبة
الصغيرة مغروزة في السائل ومن أراد الاطلاع على باقى المصنات فعليه بالمطالعات

(٢١١)*

(في الطلوتيات)*

الطلوتيات آلات تستعمل لرفع المياه بالمص أو المكبس أو بهما معا ولذلك تنقسم الطلوتية إلى ماصة وكاسية وماصة كاسية والقطع المختلفة التي تدخل في تركيب الطلوتية هي جسم الطلوتية والمكبس والعمامات وأنايب المص والصعود فجسم الطلوتية اسطوانة مخروطية ثابتة من معدن أو خشب فيها المكبس الذي هو اسطوانة من معدن أو خشب موشعة بالمشاق تتزلق مع محاذ لطيفة في جميع طول جسم الطلوتية والعمامات هي أقراص من معدن أو من جلد تستعمل لفتح وفتح الفوهات التي توصل جسم الطلوتية بأنايب المص والصعود والأنايب هي التي يصعد فيها الماء أو إلى جسم الطلوتية ثم يندفع لأعلى وتصنع أنواع من العمامات وأكثرها استعمالا العمامات المتكون من قطعتين منضمتين بقضيب من حديد كما في هذا الشكل



والعمامات مخروطية المرسومة في هذا الشكل فالأول قرص معدني

مثبت على حافة الفتحة التي يلقها بواسطة نوع رزة ولاجل أن يكون الفلق محكا يوشع السطح السفلي للقرص ويجلد ثخين وفي



الغالب يستعمل طرف هذا الجلد على حافة الفتحة المعدة لغلغها متى

كان قطره أعرض من القرص والعمامات مخروطية مخروطية معدني يدخل في فتحة مخروطية أيضا وتحت هذه الفتحة قضيب من حديد يمر فيه ذر ذوراس مثبت في العمام والغرض من هذا الوضع تحديد حركة العمام متى ارتفع بواسطة الماء ومنعه من الانقلاب

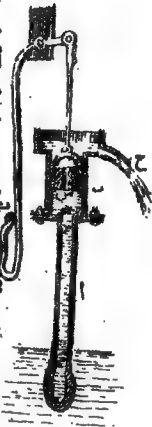
(الطلوتية الماصة)*

الطلوتية الماصة مبنية قطعتها في هذا الشكل

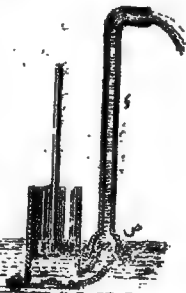
وهي تركيب أول من جسم طلوتية اسطوانية في جوفها علوي فتحة جانبية ع يسيل منها الماء ومثبت من قاعدته بقضيب مغطى بصمام منه ينفتح من أسفل إلى أعلى فأنبائه من أنبائه من أحد طرفيها في جسم الطلوتية وطرفها الثاني مغروس في الماء المراد رفعه فالمص كالمكبس يحصل ساقا يتحرك حركة ذهابا وإيابا بواسطة رافعة ب والمكبس في مركزه ثقب مغطى بصمام منه ينفتح من أسفل إلى أعلى فحيث كان المكبس في نهاية انخفاضه وورفع حصل الفراغ أسفل وفي صمام منه متعلقا بغطاء الجوف وحيدته يرفع الهواء الكائن في انبوبة أ بالنظر لقوة مرونته

* (٣١٢) *

صمام من وعمر من منه في جسم الطلونية وحيث ان هواء أنبوية
 ا صار مختللا بالماء يصعد فيها متى نزل المكبس انغلاق صمام
 من بثقله النوى ومنع رجوع الهواء من جسم الطلونية الى
 أنبوية المص ا وحيث ان فيفتح الهواء المنضغط بالمكبس صمام
 منه ويصعد في الحوض الثقب المصنوع في المكبس وبعد
 تشغيل المكبس عدة مرات يصعد الماء في جسم الطلونية ومن
 هذا الوقت يقتنع الفعل الحادث أعني في مدة نزول المكبس
 يتغلق صمام من والماء المنضغط يرفع صمام منه ويصعد
 أعلى المكبس والمكبس يرفعه بعد ذلك عند صعوده الى
 لفحة الجانبيه ح التي ينصب منها وحيث ان فلا يوجد هواء
 في جسم الطلونية ولا في أنبوية المص ويتبع الماء المدفوع
 بضغط الهواء المكبس في حركته بشرط أن لا يرتفع أكثر من
 ١٠ و ٣ م فوق استواء الماء الذي في الحوض المعمورة فيه
 أنبوية المص لان ثقل عمود الماء الذي ارتفاعه ١٠ و ٣ م
 يعادل ضغط الهواء وعلى العموم لا تكون أنبوية المص أكثر من ٨ م
 * (الطلونية الكاسية) *



هذه الطلونية تؤثر بالمكبس كما يدل عليه اسمها وقطعها
 مبن في هذا الشكل
 وتختلف السابقة بكون مكبسها ممتلئا وليس لها أنبوية
 مص حيث ان جسم الطلونية يكون مغمورا في نفس الماء
 الذي يراد رفعه وبالمجمله فوفق على جانب جسم الطلونية
 أنبوية د التي هي أنبوية صعود الماء وفي الحوض السفلى
 من هذه الانبوية صمام منه يفتح من مخرج الى أعلى
 وفي قاعدة جسم الطلونية صمام من مشابهه فتى
 صعد المكبس انفتح صمام من وارتفع بدفع الماء
 وامتلا جسم الطلونية ثم يتروله يتغلق صمام من بثقله النوى وبالضغط الواقع
 ويقع الماء المنضغط بالمكبس صمام منه ويصعد في أنبوية د الى ارتفاع
 ليس

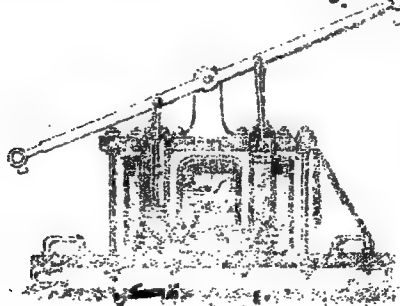




ليس له هذا الضغط الحاصل بالكبس ومقاومة الآلة
 (الطالونية الخاصة بالكبس)
 هذه الطالونية ترفع الماء بالاص والكبس معا وقطعها من
 في هذا الشكل ومكبها معمت وفي قاعدة جسم الطالونية
 صمام ينفتح من أسفل إلى أعلى ويطلق أنبوبة المصا وعلى
 جانب جسم الطالونية أنبوبة الصعود ومع صمامها فتى استقلت
 الطالونية فالماء المتص بأنبوبة عند صعود الكبس كل مرة
 يتدفع في أنبوبة و عند نزول الكبس في كل مرة
 وأما هذا الصمام وصعود الماء في كل مرة في الطالونين السابقين
 وفي الطالونية الخاصة بالكبس يكون السيلان متقطعا لأنه
 لا يحصل إلا إذا انخفض الكبس ويقف متى صعد ثانيا ويصلح
 هذا الغيب بواسطة حوض هوائي كما سيأتي في طالونية
 المحرقة

(طالونية المحرقة)

هي طالونية كابسة يحصل انتظام سيلان الماء فيها بواسطة الحوض الهوائي المتعدّد
 ذكره وبواسطة طالونتين كابستين يؤثّران على التوالي فطالونتنا م م م م
 برافعة واحدة ب ك بواسطة ثمانية أنصاف مغمورتان في صندوق يستمرأوه
 بالماء لئلا تشعل الآلة



ومشاهداته متى جذبت إحدى الطوليتين الماء من الصندوق كبسته الانخري في جبره
 من المهي بالمحوض الهوائي ومنه يميز من فتحة ز في أنبوبية طويلة من جلد أو غيره
 توجهه الى محل الحريقة وبدون اضافة المحوض الهوائي يتقطع انصباب الماء كلما
 وصلت المكابس لاعلى أو لأسفل وفي الواقع حيث ان سرعة دخول الماء في هذا
 المحوض أعظم من خروجه فانه يرتفع استواءه أعلى من فتحة ز وبضغط الهواء
 العالي للمحوض وينج من ذلك انه عند وقوف المكابس في كل مرة يؤثر هذا الهواء
 المنضغط على الماء ويهده على السيلان في زمن وقوف المكابس ويشاهد من ذلك
 ان فائدة المحوض الهوائي صيرورة السيلان مستقرا

(في الابنية)

(في انشاء العودات وسكافى)

اذا كان المراد انشاء الطريقة التوسكانية في ارتفاع ما معلوم كارتفاع بناء معبد
 مقداره ٧٠، ٧٠ م نقسم الارتفاع المعلوم ٧٠، ٧ م على ٢ جزء + ٢٢ مودول
 الذى هو ارتفاع الطريقة فيكون خارج القسمة ٣٤٧، ٠ م مقدار المودول ثم
 نقسم هذا المودول اثني عشر فمما مقسوية فيكون خارج القسمة ٢٨، ٠٠٢ م
 مقدار الجزء الواحد الذى بواسطته يتعين مقدار البروزات والايزاء الصغيرة من هذه
 الطريقة وان مقدار ارتفاع كل من الثلاثة أجزاء المترتبة منها الطريقة المذكورة
 مبين كالآتي

جزء	مودول	مودول
٨	٤	٢٦٦ = ٤
٠	١٤	٠٠٠ = ١٤
٦	٢	٠٠٠٠ = ٢
٢	٢٢	١٦٦ = ٢٢

مجموع ارتفاع الطريقة
 ولعرفة مقدار ما ينقص ارتفاع كل من الثلاثة أجزاء المذكورة باليتم من أصل ارتفاع
 البناء ٧٠، ٧٠ م المعلوم نضرب ارتفاع كل منها في مقدار المودول ٣٤٧، ٠ م
 فنجد

مقدار

•(510)•

مردوں

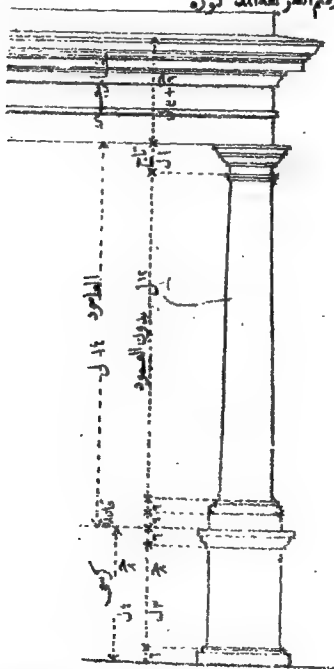
مقدار انحصار ارتفاع الكرمي $4,666 \times 7,24 = 62,14$ م

مقدار ما يخص ارتفاع الجود $14,000 \times 0.34 = 4,76$

مقدار ما يخص ارتفاع الخارجة $3,0 \times 7,34 = 22,02$

المجموع وهو مقدار ارتفاع البناء المعلوم

وهذا صورة رسم الطريقة المذكورة



(٣١٦)

وحيث ان هذا العود يصنع عادة من الرخام الجيد الخواص وجب علينا ان نشرحه
فنقول

(في الرخام)

الرخام هو حجر جيري أو كريونات الجير ما تون ببعض أكاسيد معدنية والخواص الجيدة
للرخام الصلابة ودقة المحبوب والبياض والشفافية ومنه الابيض الشفاف الذي
كان يقتضيه الاقدمون الواح للشيايك قبل اختراع الزجاج ومنه ذواللون
الواحد وهو الاصفر والاحضر والاحمر والاسود وغير ذلك ومنه الملون ويسمى
بالبريش وهو المركب من جملة قطع رخامية مستديرة مختلفة اللون متصلة ببعضها
بواسطة مادة جيرية وهذا النوع لا يقاوم المحو اذ الجوية والرخام ذواللون الواحد
أحسن من الملون في الصلابة

(عيوب الرخام)

يوجد في الرخام شامات توجب كسره وعدم انتظام صقلته ويوجد فيه ثغرها مواد
تراكبية يجب تنظيفها وملؤها بالمعاجين عند استعماله تسمى سوسا ومن الرخام ما هو ناشف
لا يمكن ضبط حروف ترايبه لتثنتها

(في قطع الرخام من الجبل)

لذلك نعلم في الجبل القطعة المطلوبة من جهاتها الاربعه بالفهم ثم نحفر حولها
في الجبل بالقطاطيع حتى نصل لعق القطعة المطلوبة ثم نثبت الاسافين في الحفر
ونزقها بأوراق من الحديد في دائر قطعة الرخام ثم تطرق على الاسافين بالشواقيف
طرقا متعلما في آن واحد حتى تسمع ثم تطرق عليها طرقا خفيفا فتفصل من الجبل
ثم تخرج بواسطة العتلة أو المنزيلة

(نشر الرخام)

النشر يكون بمناشير لا أسنان لها تحركها الادمين وتسقى بالماء والزل والافر استعمال
آلات في الحال التي يوجد فيها الرخام بكثرة لا لتجار فيه والمستعمل في قطرنا ان كل منشارة
ثلاث رجال يشغلون عليه بالتبادل بان يكون اثنان منهم في الطريقين والثالث في محل
على بعلا الكتلة الجارية فنشرها بالقرب منه ما جوار فيه رمل فناء ليسقي المنشارة
من أحدهما نارة ومن الاخر نارة أخرى ويسقرون على ذلك حتى يبقى على انفصال
القطعتين من بعضهما فيراها أوقيرا طان فمعد ذلك يرفعون المنشار ويضعون
الاسافين

•(٢١٧)•

الاسافين عمله ونطرقون عليها بالشواقيف فتتفصل القطعتان من بعضهما وتبكت
هذه العملية بالنسبة لقلعة صلابة الرخام وشدتها والزمن اللازم للنشر الرخام في تواز
مربع من ٥٦ ساعة الى ١٢٢ ساعة وفي الصوان من ٥٠٤ ساعة
الى ٧٨٤ ساعة وفي السعفة ١١٧٦ ساعة

•(في صقل الرخام)•

لذلك تزال المخسروق والمخطوط التي تختلف من النشر على سطح الرخام بأن يحك على
السطح المطلوب صقله بقطعة من الرخام مع سقيه بالماء والرمل حتى تزال المخسروق
والمخطوط ثم تؤخذ قطعة من الحجر الطراوى (حجر المسن) ويسقى سطحها بالماء
ويحك بها حتى يمس السطح ويظهر لون الرخام راتقا ثم يوضع المجهون في المخسروق
الموجودة به ثم يصبق حجر الطراوى وتؤخذ بطانة من القماش يكون لها يد وقاعدة
ويرش من هذا المصبوق على سطح الرخام وينقسم بالماء ويدلك وكلما تجمع المصبوق
في جهة يجمع تحت البطانة ويدلك به السطح ثم يضاف اليه جزء آخر ويستمر العمل
هكذا حتى يظهر سطح الرخام لامعا راتقا ثم يؤخذ مصبوق عظم المخرفان المخسروق وبطانة
من القماش كالتقدمة ويحك حتى يتم لمعانه وصفاؤه

وهناك طريقة أخرى وهى ان يحك الرخام بعد نشره بحجر الرخام والماء والرمل ثم يحك
بحجر الطراوى ثم تملأ المخسروق بالمجهون ثم يمس السطح بحجر المخرفان ثم تؤخذ
قطعة من الرصاص لها يد وتوضع تحتها الصفرة أو بطانة من القماش يوضع تحتها
برادة الرصاص والصفرة معا ويدلك السطح ثم تؤخذ البطانة ويبل مقعدها بالماء
وتغمس في دقيق متخذ من جز من ملح البارود مع خمسة أجزاء من سلفات الحديد
(الحجاز) ويوضع هذا المخلوط على النار ٢٤ ساعة ثم يصبق الناتج ويدلك به
الرخام حتى يظهر لمعانه ومن التجارب علم ان التواز المربع من الرخام يمكن صقله
مدة من ٥٧ ساعة الى ١٤٨ ساعة والصوان من ٤٥٦ ساعة الى
٥٧٠ ساعة والسعاق ١٠٢٦ ساعة

•(في الايجار الصلبة وغير الصلبة)•

الاجار الصلبة هي التي تقطع بمناشير خالية عن الاينسان بواسطة الماء والرمل الرفيع

كالرخام والغير الصلبة هي التي تقطع بمناشير ذات أسنان كالبلاط وتتميز صلابته
الاججار بالنسبة لبعضها بنشرها بنشر متساوي السرعة والضغط والزمن بمناشير متساوية
فيما يؤثر فيها المنشار أكثر من غيرها تكون أقل صلابته منه ويمكن تغيير صلابته الاججار
بواسطة الاحتكاك بمحجر الصقلة أو بواسطة الثقل النوعي لها وان الاججار السود
أصلب من الغبش والغبش أصلب من الاججار البيض

(في الاججار العلبة الغير القابلة للقصق)

الخواص الجيدة لهذه الاججار ان تكون ذات حبوب دقيقة من جنس واحد وان
يكون تسليج سطحها منتظما ومنديجا وان لا تتأثر من المحوادث الجوية وحيث انه
لا يمكن خلوا أغلب الاججار من العيوب فيجب على المهندس ان يوزعها في البناء بحسب
صلابتها فان كان جيداً منها بحيث لا تؤثر فيه المحوادث الجوية يوضع في الأجزاء المهمة
الظاهرة وما كان أقل جودة منها يوضع في الأجزاء الباطنة ثم ان جميع محاجر الاججار
الجيرية تتركب من طبقات يختلف سمكها من نصف ذراع الى ذراع ونصف وهذه
الطبقات تسمى بالارواح عند الحجارة وتوجد منفصلة عن بعضها بمادة طفيلية
أو برمال فيجب ان التهامن الحجر بالكلية وتسمى هذه المادة بطينة الحجر ويوجد
في الاججار خروق تمثلت بمواد ترابية فتسمى هذه الاججار بالاججار المسوسة وأما الاججار
التي يوجد بها خروق أو شامات فتسمى بالاججار المعرقة

ويجب عند استخراج الاججار من محاجرها ان تقطع موازية لطينتها وان توضع في البناء
كما كانت في الجبل. ويجب المهندس استعمال الاججار التي يكون طارها
في مسيرها أعني التي يكون طولها مأخوذاً من سمك الروح لانها ان وضعت في البناء
تقتل ووقعت صفائح وقد دلت التجارب على ان الاججار تحك مذ طولها ٥ في كان
طولها مأخوذاً من طول الروح وعلمية قطع الاججار من محاجرها تكون كما تقدم في
قطع الرخام من محاجرها كبر الاجار يسمى بالجمالي وطوله من ذراع الى ثلاثة وأقل
منه المستور وأقل من هذا الحجر الاله المسمى جملا وطوله من ١٤ قيراطا الى ١٨ قيراطا
وأصغر من هذا الحجر المسمى جملا وطوله من ١٠ قيراطا الى ١٤ قيراطا وأما الزوايا التي توضع لتقيد
فحساب الشبائيك والابواب والايضا والتي تتركب منها العقود والقبوات المنجاة

بالسبع

بالسج فتختلف ابعادها وأما الدبش فهو الاحجار الكبيرة والصغيرة وهو انواع خمسة
الدبش الجبالي وهو قطع كبيرة الحجم توضع في الاساسات ومنه الدبش المحلواني وهو
قطع تقلم تقريباً بالمسطرين ومنه الدقشوم وهي قطع صغيرة تنكسر بالقدم وتوضع
بين قطع الدبش لتسوية المداميك

(في الاحجار البيض السلطانية الغير طائفة للعقل)

وريش تلك الاحجار المشهورة بقطرنا أربعة وهي ورشة جبل الجبوشي وورشة الدويقة
التي بأسفل الجبل المذكور وورشة طره وورشة المعصرة المستعمل من احجار هذه
الورش الابيض التظيف ذو المحبوبة الرفيعة والسطح المنتظم والتندمج والاحجار التي
بليت منها القناطر الحجرية وأغلب الواووران أخذت من ورشة المعصرة وأما الاحجار
المستخرجة من ورشة طره فانها تستعمل دبشاً لانها تتأثر من الهواء والماء

(في الاحجار البيض الجبورية الزخوة)

المستعمل من هذا الجنس في بلادنا حجر البلاط ويوجد بالمعصرة وحاولان ولونه ابيض
خالص ذو حبوب دقيقة وأجود هذا الجنس ما كان خالياً عن العروق واختلاف
اللون والمادة الطقلية وقديماً طبع منه طوارق للسلاطيم تختلف في الطول من ذراع الى
ثلاثة والملك من قيراطين ونصف الى أربعة وعرضها نصف ذراع ويقطع منه أيضاً
ترباسع ابعادها من ١٦ قيراطاً الى ذراع وممكنها من قيراط ونصف الى قيراطين
ويقطع منه بلاط فراني طوله من ١٦ الى ١٨ قيراطاً وعرضه ٩ قيراطاً وممكنها
من قيراط ونصف الى قيراطين ونصف

والاحجار الجبورية تغور بالجوامض ولا يتحصل منها أدنى ضرر عند مصادمتها بالزند
الهوائي وتقول الى جبريت عرضها الى حرارة كافية مدته واقية وهي سهلة القطع
ويمكن اعطاؤها جميع الميئات الصعبة بسهولة بخلاف الاحجار الاخرى

(طريقة تصاب الاحجار الجبورية)

لمقاومتها للحوادث الجوية ولعدم برفها بالمياه وليحكون منظرها أملس يوضع على
سطوحها سلكات البوناسا أو القزاز الذائب في ستة أمثال فقلعهم من الماسوية يملون
لاجل وضع ذلك ملائونات أو فرشاتهم السبعة الاحجار وأخيراً يغسل الحجر المذكور
بمحض ابدر وفلور سليسليك وهذا الجنس يعطى للحجر صلابة زائدة ويلزم دهنها

(٢٢٠)

ثلاث مرات بعد كل يومين أو ثلاثة أيام مرة وإن زاد دهنها من ثلاث مرات تكون على سطح الحجر مادة زجاجية متطرها شديداً والكبة المنصبة من الذائب تغسل في كل عملية وتغير بعد الدرجة صلابة الحجر وتسمى لعق كبير كلما كان الحجر محتوي على مسام كثيرة

وبعد هذه العملية يمكن تلون الأحجار بأن يوضع على الأحجار الشاهقة البياض ذات أسود مركب من سلكات مزدوج للبوتاس والمغنيز ويمكن تبييض الأحجار الغنى بوضع جزء من سلفات الباريت على سلكات الكالون

(في أحجار الطواحين)

أحجار الطواحين تتكون من الرمل التلطف وطحنها مشحون بشقوق ويوجد منها كتل كبيرة ومختلطة وقطع صلبة تصنع منها الأرخاء وهذه الأحجار تجلب إلى القطر المصري من بر الشام وقد يوجد منها بحبال الطور

(في أحجار الجمرس)

تركب هذه الأحجار من حبوب رملية بحجمه مع بعضها واسطة مادة طينية أو جيرية وتشمل في المباني كالأحجار الجيرية غير أنها لما كانت لا تتشرب من المؤونة الأثرياً قليلاً وكانت أحرفها تنقش هند النقش عليها هجر استعمالها في المباني ويستعمل الصلب منها للتبليط ومن هذا الجنس الصلب أحجار الأرخاء المستعملة بجرش الجيوب وهي تستخرج من وادي التيه بالقرب من البساتين ومن أحجار الجمرس تصنع قواعد الطواحين وتستخرج من الجبل الأحمر بالقرب من العباسية وقد اتخذ منها المتقدمون في الجهات القريبة منهم الموجود بها ذلك الجنس كالأقصر وأبي الحجاج أحجار المبانيهم وتماثيلهم وطريقة قطعها من الجبل بطريقة قطع الرخام

(في حجر الصوان)

حجر الصوان مركب من الرمل النقي والفلسبات والميكا والفلسبات هي بلورات لامعة وهي عبارة عن سلكات الالين والبوتاس وأما الميكا فهي مركبة من الرمل والالين وكسيد الحديد وكسيد النحاس وقد استعمل هذا الحجر في مباني القدماء وسوا منه المسلات وسقوفها منه ما صك لهم وعملائه أعمدة وصناديق لاماتهم وأصناما وتماثيل ومنه أغلب أعضاب البيوت وأبواب المساجد بمصر ويوجد منها الحجر

* (٣٢١) *

بكثرة في أسوان وفي جبل الطور والقصير ويختلف في اللون والتركيب فحسه الأخضر والوردي والأسود والاحمر ولصعوبة قطعه وتسميته المتحاجين لكثرة المصاريف ويعدّه عن قطرها هجر استعماله وهو أحسن من غيره في الباقي المسائية وثقله التبرعي يختلف من ٢٠ الى ٦٠ ر

* (جربالزيت المعروف في مصر بجرب الطبخ) *

هو جبر فلصافي اللون به نقط سودويبيض يميل أحيانا إلى الخضرة صلب مندمج التجميع ليعاوي وتركيب من السكر واليكافوالايقبول والفلبجيات ويوجد نارة فوق صدور الصوان وذلك في جهة أسوان ونارة منعزلة وذلك في جهة القصير ويعرف بجرب المون لاقتصادا هو ان الادوية منه وغيرها وثقله النوعي ٨٥ و ٢٠ ويوجد أجار كثيرة تركا ذكرها لقلّة استعمالها فاذا أردت استعمالها ومعرفة ما فعلك بعلم الجيولوجية

* (في الطوب) *

لأطوب الاحمر المروق جيدا فائدة عظيمة في البلاد التي يتدرج وجود الاجار بها وهو جامع بين الخفة والمتانة لا يتأثر من النار والرطوبة ويبني منه العقود والقبوات وغيرها والطوب الذي يمكن مدة طويلة لقلّة الاطار في قطرها وكثرة الحرارة فيه خصوصا اذا طلى الجمال بمادة مركبة من الطين والتبن أو بالمؤونة الرملية

* (عمل الطوب النيء) *

طريقة ذلك أن يخلط الطين بالتبن خلطا جيدا ثم يترك هذا الخليط حتى يجتمهر ثم يوضع منه في قالب ثم يخرج منه ويترك مدة خمسة أيام إلى عشرة حتى يجف

* (عمل الطوب الاحمر) *

كيفية ذلك أن يخلط الطين بالحجارة أو بالسمج وبعد عمل الطوب كما تقدم يرض داخل القالب وتوقد النار عليه مدة من ٢٤ ساعة إلى ٣٦ ويترك حتى يبرد وتقل القالب

ولا يجل جعل الطوب جيدا يجب في صناعته أولا أن تكون طبيعته خالية عن الاجسام القابلة للاحتراق كالنبت والجير والزلط وغيره وثانيا أن تخمر طبيعته بالماء وتقلب

تفصيره

* (٢٢٢) *

حتى يتمزج أجزاؤها ببعضها وتصل مادة واحدة وثالثا ان لا يستعمل من الماء الا الكمية اللازمة فقط بأن لا يوضع على كل قدم مكعب من الطين الا نصف قدم مكعب من الماء وكية الماء تزيد وتنقص تبعاً لخمس الطينة ورابعا ان يكون السطح الذي يرص فوقه الطوب للتحفيف مسطويا مغلي بطبقة خفيفة من الرمل الرفيع خامسا ان تضغط الطينة بعد وضعها بالقالب ضغطا محكما لئلا يتمزج أجزاؤها ببعضها والطوب الجيد الذي عمل بالقناطر الخيرية تركب من جزء من الحجرة وأربعة أجزاء من الطين وطول القالب ٢٥ م وعرضه ١٢ م وسمكه ٠٦ م

ويجب قبل عمل الطوب ان يؤخذ عينات من الطين وتصنع منها قوالب تحفف وتحرق فحاشد منها تستعمل على خواص الطوب الجيد يستعمل والمليس كذلك يضم اليه ما يلزم من الرمل والحجرة وغيرهما والعمليات التي تجري على الطين ليسير طوبا أحر أربعة وهي تجهيز الطين وضرب الطوب وتحفيفه وحقه ولشرحها فنقول

* (تجهيز الطين) *

كيفية تجهيز الطين هو ان يؤخذ الطين وينقى من الاجسام الغريبة ثم يوضع في حفائر في الارض مع المادة المراد خلطها به بحيث يتبادل طبقاتها ويتمزج ذلك بحكمة الماء اللازمة ثم يترك مدة من ثلاثة أيام الى أربعة الى أن يمتدرو وينزل رجل في الحفرة ويقبل ويمزج عجنته ببعضها بقاس أو كريك من حديد

* (ضرب الطوب) *

طريقة ذلك هو ان تؤخذ قوالب من حديد أو خشب متوازيات السطوح خالية القواعد العليا والسفلى وتوضع على مستوي بالغرب من الطينة ويترتب القالب بالرمل ويلتصق بالهينة ويضغط عليها ضغطا قويا حتى تتوزع في زواياها ثم يمرر الشابة على سطح الهينة المظروقة في القالب لتسويتها ثم يرفع القالب ويستقر على هذا النوال وكلما خلص شيء ينقله الى المنشر بعريسة وهذا في المعامل الكبيرة وأما في المعامل الصغيرة فيضعه على ألواح من الخشب وتنقله الطوابون الى المنشر

تحفيف

* (٢٢٣) *

* (تخفيف الطوب) *

هو ان يغني شخص الملاحظة لكي اذا جف وجه القالب قلبه على الاوجه الاخر حتى يصير درجة الجفاف واحدة في الجميع وهكذا حتى تخف جميع اوجه القوالب ويلزم الاحتراز في المعامل الكبير من حرارة الشمس القوية ومن الاهوية الشديدة والمطر فانه بشدة الشمس والهوا يتجف اوجه القوالب بسرعة مع بقاء داخلها طريا وبوضعها بهذه النسبة تتغلق ولان المطر يتلفها ويفسد تركيبها فلهذا كان فصل الربيع والمخريف اوفق من غيرهما لضرب الطوب وينبغي في المعامل الكبيرة ان تنصب قوائم في امتداد النثر وتغطي بانخساخ ثم يرص الطوب بعد ان يجف جفافا قليلا على هيئة حيطان بحيث ان لاتمس اسطحته بعضها يعني ان يترك بين القوالب فراغ لمرور الهواء ثم يترك الزمن اللازم حتى يتم جفافه

* (حرق الطوب) *

محرق الطوب طريقان طريقة القماش وطريقة الكوش وكلاهما مستعمل في قطرنا أما طريقة القماش فهي ان ينتخب عمل بمهدق ريمان النثر ثم يرص الطوب التي على هيئة حيطان ليكون هل ابتعاد النار بين الحيطان المذكورة ثم تعقد المسافة الكائنة بين كل حائطين بالطوب التي وتكمل الرصة لا يخرج ارتفاع القينة ولا بد أن تكون الرصة بطريقة وهي ان توضع القوالب نارة متجهة جهة طول القينة وأخرى جهة العرض بحيث يتكون بينهما فراغ يتغلص منه اللهب ويتشرف في جميع اجزاء القينة ويلزم ان تكون المساميك المكونة للسطح الظاهر من القينة فوق بعضها بحيث لا يكون بينهما فراغ يرتب عليه ضياع الحرارة ويلزم ان تكسى اسطح القينة بطينة الطوب لحفظ الحرارة ثم توضع النار والوقود وتستمدة ٢٦ ساعة ويلزم ان تكون النار هادئة في مبدأ الامر ومتى علم ان الحرارة مرت في جميع اجزاء الطوب اديم الايقام مع الانتظام حتى ينفرق الطوب حرقا جيدا فعند ذلك تسد جميع المحروق لتبرد القينة بالتدريج ومدة المحرق تختلف بحسب كبر القينة وصغرها ودرجة نفخ الطوب ليست واحدة فيلزم وضع الطوب المجتهدا لتخفيف في الاوجه

* (٢٢٤) *

الظاهرة من المحيطان والغبار الجيد يستعمل في الحجرة وأما المكس فيوضع في حشو البناء وأما المفل أي المحروق خرقا قليلا فيستعمل مرارا في الكسوة الظاهرة لمطوح التماسن وأما الطوب الذي أثر فيه الحرارة تأثيرا ناديا كسوى بطنه زجاجية فيوضع في الاساسات وبذلك تقل الكمية النافعة من الطوب ويمكن الانشغال بالحرارة الضائعة بأن يوضع فوق سطح القينة كمية من الدبس يستخرج منها الجير والمادة المستعملة لمحرق الطوب هي التبن والحلفا وحطب الذرة وحطب القطن وغير ذلك وقد استعملوا في القنطرة الخيرية تراب النخيل المحجى

وأما طريقة الكوش فهي ان تبني محلات مربعة او مستديرة من الطوب الاحمر المونة تسمى كوشا وهي تتكون مدة طويلة وفي داخلها يصون معقودة برص عليها الطوب التي كما تقدم في الطريقة السابقة وتوقد فيها النار بواسطة أبواب مصنوعة في حيطانها معدة لذلك والعادة ان توضع الكوش المذكورة داخل التلول لعدم ضياع حرارتها والطوب المحرق بهذه الطريقة اصكث رغبنا وانظاما من الطوب المحرق بواسطة الطريقة السابقة

ويختلف لون الطوب في أثناء المحرق ويزداد حجمه شيئا فشيئا الى ان يصل الى درجة نصف تقصيه فان تجاوز هذا الحد نقص حجمه بالتدريج وان كانت النار قوية جدا يستعمل الى مادة زجاجية

والخواص التي تعرف بها الطوب الجيد هي أولا خلوص صوته عند مصداقته بغيره وثانيا دقة جنوب سطح مكسره بحيث لا يظهر فيه منام وثالثا عدم تأثره من النار والماء والتج ورابعا ان يكون لونه احمر فقط او احمر مائلا للحمرة

* (في الجير) *

الجير النقي هو مادة بيضاء اللون قلبية الطعم كاوية غير قابلة للذوبان وتقلها النوعي ٣ و٢ وهي ناتجة عن حرق الدبس

والجير النقي هو قطع الدبس المحرقة قبل اطفائها بالماء فاذا صب عليها الماء استعالت الى مادة ناعمة تسمى بالجير المطفأ

والاجبار التي تحدث عنها بوضع الماء عليها لاجل اطفائها حرارة شديدة وازداد كبير في

* (٢٢٥) *

في الحجم تسمى بالاجيار الدسمة ومن خواص تلك الاجيار انه اذا عمل منها عجينة وعرضت للهواء تجف بسبب تصاعد الماء الغير المتحد بأجزائها ثم يتجمد والاجيار المحبيرة الاقور ان قليل بحيث يمكن عدم اعتباره تسمى بالاجيار الغير الدسمة عند اطفائها الاقور ان قليل بحيث يمكن عدم اعتباره تسمى بالاجيار الناقية وهي تنتج من حرق الاجيار المحبيرة التي يدخل فيها جزء من الطين وخاصة انجمادها فانا نشأه من وجود الرمل بأجوارها

والحجر المسائي العال هو الحجر الذي يشك في الماء في ظرف ثلاثة ايام أو أربعة والحجر المسائي فقط هو ما يشك في ظرف ستة ايام أو ثمانية والحجر المسائي الرطب هو ما يشك في ظرف خمسة عشر يوما أو عشرين ويقال ان الحجر يشك اذا جعل ابرة فوقه فلتا رطل به ون ان ياتر منها أو اذا دفع فيه بالاصبع بقوة الذراع فلا ياتر ايضا

(في عمل الاجيار المائية)

يوجد طريقتان لعمل الحجر المسائي الطريقة الاولى ان يؤخذ هذا الحجر المحلى ويوضع في محل معتقوف خال من الرطوبة ويترك حتى يخلطاً بنثره رطوبة المواد ويصير ناعماً وبعد ذلك يخلط بكمية من الطين يختلف مقدارها بحسب كثرة دسامة الحجر وقلتها ويوضع عليه قليل من الماء ويغن عجينة كعجينة الطوب تعمل منها قوالب صغيرة تصفف ثم تحرق ثم تصفى وكية ما يلزم اضافة من الطين عشرون على المائة اذا كان الحجر المستعمل كثيرا دسامة وخمسة عشر على المائة اذا كان الحجر المستعمل اقل دسامة من الاول واذا كانت كمية الطين ٣٣ أو ٤٠ في المائة فالمائة المتحصلة بعد الحرق لا تدوب في الماء وتصفى بسهولة واذا نجحت بالماء تنكون منها مادة تتجمد بسرعة

الطريقة الثانية ان يحرق الطين وحده ويصفى ويخلط بالحجر بالنسب المتقدمة فالعجينة المتحصلة منها مما تتجمد في الماء الان خواصها اقل من خواص العجينة المتقدمة والذي استعمل في القناطر الحبيرة كان نصفه جيرا ونصفه حجرة

* (٣٢٦) *

* (في عمل الكوش) *

الكوش المستعملة بقطرنا شكلها اسطوانا في أو غير و ناقص معكوس ولكل منهما باب في أسفله يتوصل اليه ينسوي يدخل منه الجيار ويرص الدبش وفوق هذا الباب من خارج الكوشة عقد أسلام طاقفة في حائط تلك الكوشة تسمى عين الدبش الوقود منها ويصل اليها الانسان المعد لا يقاد النار بواسطة شقين مرتفعين عن الأرض يجاني الباب وغالبا تصنع الكوشة داخل التلول لعدم ضياع حرارتها وسرعة المحرق وتبنى بالدبش والمونة المعتادة من جهة التل بقدر نصف ذراع وأما الجزء المعرض لحرارة النار وقدره ثلث ذراع فانه يبنى بالطوب والمونة المركبة من ملح البارود الاسود والطين بقدر ثلث ذراع ويكسى السطح الداخلى من الكوشة لهذه المونة ويختلف قطرها الاعلى في السادسة من ثلاثة أذرع الى أربعة وارتفاعها من خمسة أذرع الى ستة والعادة في رص الاجار داخل الكوشة ان ترص سداسيك موازية لبعضها ويحيط الكوشة بحيث تكون القطع الصغيرة قريبة من الحائط والقطع الكبيرة مقببة جهة المركز فيستكون عن هذه الأخيرة مسافة فارغة لاشتعال النار وفوق الرصة الاولى توضع رصة أخرى تزيد عن الرصة التي تحتها بقيراط أو بقيراط ونصف بمجهة المركز وتوضع بين المسافات الكبيرة الكائنة بين الدبش وبعضه دقشوم لتسوية الرصة وتوضع بين الحائط ورصة الدبش القريبة منه قطع صغيرة من الشفاقة تسمى بالرباط وهكذا يستمر على الرص الى ان يصل في الارتفاع لنصف أو ثلث ذراع فوق السطح الاعلى للعين فعندها يصنع عقد من الدبش فوق المسافة الخالية ثم يستمر على ذلك الى أعلى الكوشة ويلزم ترك مسافات بين اجار العقد وبعضها المرور والذهب وبعد انتهاء الرصة يكسى سطح الكوشة بقشرة من الجار أو بالصرقان بحيث يظهر ان السطح العلوى من الكوشة مخروط ناقص وذلك لارتفاع الحرارة الفائضة ثم توفد النار في حرم الحطب من الباب الاسفل ثم يسد بالدبش ويرمى الوقود من العين حتى يتم حرق الجير في مدة ٤٨ ساعة تقريبا

وفي أثناء نضج الجير يتلون بالوان مختلفة فيكون في مبدأ الامر اسود قامقا أو سنجانيا فاما قايمل الى الزرقاء أو الخضراء ثم يتلون بالياض والغالب ان تكون الاجار الموجودة فوق سطح الكوشة مسودة لكثافة غاز الاسيد كربونيك وبخار ماء الجير عليها في مدة المحرق ويميدل على انتهاء المحرق حدوث اللون الاجر الوردي

على

* (٢٢٧) *

على السطح الاعلى من الكوشة وانخفاض ارتفاع الاجار الذي يختلف من $\frac{1}{4}$ الى $\frac{1}{2}$ ومن الكوش ما يسع ٦٠٠ قطار ومنها ما يسع ١٠٠٠ قطار والمواد المستعملة للحرق في قطارها هي التبن الاسود وحطب الذرة وحطب القطن والهمس والحلفا وما اشبه ذلك

ويوجد نوع ثان من الكوش ذات النار المستمرة وهذا النوع لا يستعمل الا في البسلاذ التي يوجد فيها الفحم الحجري بكثرة كبلاد الانجليز ولعدم استعمالها بقطران كما شرحها
* (حرق الحجر) *

المقصود من حرق الحجر طرد غاز الاسيد كبرونيك وماء الهابر المتحد به وكلما كانت الاجار المعرضة للحرق صلابة احتاجت الى زيادة زمن وعلو درجة الحرارة فان الزخام والاجار الرامية بطيشة المحرق من الاجار الطباشيرية ويلزم للقطع الكبيرة مدة زائدة عن القطع الصغيرة ويجب ان تكون درجة الحرارة مناسبة لصلابة الاجار والاجار التي يستخرج منها الحجر المائي يلزم فيها ان لا يتعدى اجار النار اللون الكريزي ويزداد درجة حرارة حرقها يحدث منها اجار ثقيلة مقاسكة ضاربة الى السواد ويمكن سبة مادة زجاجية يصعب انصافها في الغالب واذا عرضت للهواء اجدها ايام استحالت الى تراب عشن والطعم لا تظهر فيه خواص الحجر واما اذا نقصت درجة حرارة حرقها فانها تضعف خواص الحجر المتخذ منها وقد دلت التجارب على ان التيار من بخار الماء يسهل فتلصق غاز الاسيد كبرونيك ولاجل ان يحس بخار الماء الاجار استعمالا وطرقا منها ان ترص صناديق من الحديد مملئة بالماء في دائرة الحمل الا بقاد وفيها انفا فتخرج منها البخار عند حدوثه ويتشرب حول الاجار داخل الكوشة وبما يسهل حرق الحجر فيجدينا الهواء على الدوام لانه يظهر بالتعبية انه اذا حرق قطعة من الحجر الحجري داخل آنية مسدودة من جميع جهاتها لا يفتأ عنها مادة جيرية وانما تلبس في مدة المحرق وعند برودها يحصل لها شكل مبلور وتقل الى مادة زجاجية ولو اجريت هذه العملية على الطباشير

ويمكن حرق الاجار الجيرية في آنية عميقة قليلة الانساع مفتوحة من الجهة العليا لكن يقترب على ذلك صعوبة في العمل وزمادة الحرارة عما اذا كان المحرق في آنية مغلقة قليلة العمق والاحسن ان تكون الآنية مفتوحة من اسفلها لاجل تجدينا الهواء على الدوام

* (٢٢٨) *

* (في انطافاء الجير) *

لاطفاء الجير ثلاث طرق

الطريقة الاولى ان يترك الجير بعد سرقته عرضا الى الهواء فينطفئ بقتربه رطوبته ويستعمل الى المادة المستعملة في المون وهذه الطريقة تستعمل في الاجيار الدسمة وحيث لم يحصل فيها ازدياد حجم الجير كانت المؤنة التي يدخلها الجير المذكور مرتفعة الثمن عن غيرها ويلزم في الطريقة المذكورة ان يكون الجير موضوعا تحت سقائف تحفظه من الامطار والاهوية الكثيرة الرطوية

الطريقة الثانية ان يرش الماء على الجير رشا قليلا فيستعمل الى المادة المستعملة في المون وقبل استعماله يسوم يلزم رش الماء عليه وتقليبه مرارا حتى لا تبقى قطع بدون انطافاء لانها لو خلطت بالمؤنة تنطفئ بعد البناء يحصل منها ضرر عظيم للبناء والاحسن ان يطفى الجير بطيئة من الرمل ويترك ولا يستعمل الا في السنة الثانية وقد ظهر من التجارب ان المون الداغل فيها الجير المطفأ بهذه الطريقة احسن من المون التي يدخلها الجير المطفأ عند استعماله

الطريقة الثالثة ان يوضع الجير في حوض ويصب عليه كمية الماء اللازمة ثم يقلب الى ان يذوب وتبرذله فيصب في حوض آخر ويترك فيه حتى يرسب ويصفى فيصير مجرى للاستعمال وهذه الطريقة تستعمل في الاجيار الدسمة ويزداد حجم الجير فيها اكثر من غيرها واذا اريد استعماله رشا في الطلاء فيصير حالته الى مادة مائنة والعادة ان المبيض يضع الماء في القعيدة ويرمى فيها قطع الجير واحدة بعد اخرى ثم يقلبها بقطعة من الخشب الى ان تصير مشبعة بالماء ويصير حتى لا يظهر لها دخان ولا فقايع ويمكن المائع ثم يصبه في حوض ويصير من نزول المادة الزلطية الراسية في أسفل القعيدة اعنى تترك في القعيدة الى ان يزداد حجمها فتتقي من الجير بصب الماء عليها ثم ترمى الى الخارج ويسقى بهذه الكيفية في انطافاء الكمية اللازمة ومتى امتلا الحوض يطفى بمصر لعدم وقوع التراب على سطح الجير ثم يترك مدة من ثلاثة ايام الى اربعة فيؤل الجير الى مادة دسمة جامدة يقطع منها اللازم بكريك او فاس والجير المطفأ بهذه الكيفية هو الجير الساطق

* (في الرمل) *

الرمل هو مادة متحصلة من تحليل الصخور ويختلف في الشكل والحجم وتركيب الجيوب

المحبوب ويوجد نشا واطي البحر المسامح والانهر والصفور وبين أرواح الاجساد البحرية وهناك نوع من الرمل يحصل من تحليل الصخور المتزجة بالطين ولونه ارجواصف أو أوسمر والمادة الطينية الدائسلة في تركيبه تزيد في بعض الاحيان عن $\frac{1}{4}$ الحجم الكلي وبذلك يمكن ان يعمل منه مؤنة بدون ان يمزج بالحجير ومن خواص الرمل أن يكون مع الحجير اللدسم مؤنة مائية. واذا حصل الرمل ومزج بالحجير اللدسم نشأ من ذلك مؤنة صلبة تشك بسرعة. وأغلب الرمل ليس بهصلابة كافية ويؤل الى مادة ثراوية بتقليبه ويتقسم الرمل الى رقيق وهو ما كان قطره ٠.٠٠١ م. والى تخين وهو ما كان قطره من ٠.٠٠١ م الى ٠.٠٠٣ م وما فوق هذا يسمى حصى والخواص التي يعرف بها جودة الرمل هي حدوث صوت خفيف يحس به حكه بين الكفين وهذا يحصل في الرمل الترابي ووجد أن رمل الصفور في تركيب المئون أحسن من الرمل المستخرج من الانهر وأما في الطلاء فحمل الانهر أحسن وتسهل أنواع الرمال في تركيب المئون وفي تليط الطرق ووجد بالحجار بان الرمال المستخرجة من المناح لا تنشأ عنها مؤنة جيدة لانها تحتاج زمن كبير في العقود والمحيطان حتى تجف ولذا لا ينبغي الاستدامة على البناء بها واذا ملئت بها المحيطان فبعد زمن قليل ظهر على سطوحها ملح كثير مضر بها

(في الحمرة)

(الحمرة الشاغية) هي المادة الطينية المحروقة الحسالة الى مادة ناعمة وهي ناعمة من سحق الشاغة أو الطوب الاحمر واختلاطها بالحجير يحدث مؤنة مائية جيدة واذا حصدت الحمرة مرة ثانية في درجة حرارة عالية وامتزجت بالحجير المائي العالي يتكون مؤنة تشك بسرعة وتزيد في الصلابة عما اذا دخلت في المؤنة بدون تجميع. واذا كان الحجير المستعمل دسما فالاحسن أن تستعمل الحمرة بدون تجميع وعند عدم وجود الشاغة أو الطوب الاحمر تصنع الحمرة بأن تسحق الطينة ثم تحرق فوق ورق من حديد أو يوثق من الطين فقع صغيرة وتحرق في أفران معدة لها ولا بد أن تستعمل الطينة الجيدة المرافقة للحمرة ومعرفتها تكون بواسطة التجارب

(في البوزلانة)

يطلق هذا الاسم على مواد خلطت بعد سحقها بالحجير نشأ عنها مؤنة تجمد في الماء وهذه المواد توجد غالبا في الجبال القوية كاتبة بحترقة بالنيران الخارجة من جوف هذه

* (٢٣٠) *

الجمال والبوزلانة طليعية وصناعية فالطليعية تتركب في الغالب من الرمل والالين واكسيد الجير والبوتاسا والصودا والمخدي وغير ما وهي ممرات تدل الى الحمرة أو الصفرة أو الزرقة خشنة الملمس ذات مسام وأما البوزلانة الصناعية فتصنع بمخلط جز من الجير الدسم بعد إحالته الى عجينة كعجينة الطوب بأربعة اجزاء من الطين بعد إحالته الى عجينة كذلك وينبغي ان تكون عجينة المخلط في قنينة مستديرة عرضها ٢٠ سم ونصف قطر نهايتها البعيدة عن المركز ١٢ سم فتعرك فيها عجلات لاجل سحق مواد المخلط ومزجها ببعضها جزا تامة وان يوضع المساء على المخلوط بحيث يكون تماسكه كطينة الطوب ثم يصنع منه قوالب وترك سبعة أيام حتى تجف ثم تعرق في صكوش أو قنائن ممددة من ٣٠ الى ٤٠ ساعة ثم تصفى وتحفظ للاستعمال

* (في القصرمل) *

القصرمل هو مادة نشائنة عن حرق التين أو الحلفاء وغيرهما بالافران أو الحمامات والكوش وضوء ذلك ولون القصرمل المعتاد السواد حين يكون نقياً وان كان مغشوشاً فلونه ترابي والمؤنة الداخلة هو فيها تكون قليلة الصلابة بعد جفافها وتنساقط بأدنى قوة ولاجل معرفة جودة القصرمل يوضع جزؤ منه في المساء فان لم يرسب منه شيء كان حراً وان رسب منه شيء كان غير حراً أي مزوجاً بالتربة وقتلة المراحض المصفى ولا بد من أن يصير من ادخال هذا النوع الانحصر في المؤنة لانه يضرب بالماء فيقول أمرها الى الهدم في مدة قليلة ولانه أيضاً يستوجب كثرة المصاريف بسبب ازدياد كمية الجير وينشأ عنه طبقة ملحية تضرب بالطلاء والاحسن أن يغربل القصرمل حتى يصير نقياً خالياً عن الحمى والزلط والمواد النباتية الغير المحترقة

* (في الجص) *

الجص يوجد في الطبيعة على أشكال مختلفة فتارة يكون على هيئة العدة وتارة على شكل بلورات شفافة أو غير شفافة مائلة للاصفرار وقله النوعي ٢,٣١ ويوجد دائماً في أعلى طبقات الارض التي هو بها وله استعمال في العمارات لانه يشك بسرعة وقت امتزاجه بالماء ويكون مؤنة نافعة في ارتباط اجزائها الباقى ولا يستعمل الا بعد حرقه ومييقته وحرته يكون في كوش شكلها عند برص فوقه قطع الجص ولا بد أن تكون

تصكون النار هادئة منتظمة. وان تستمر العملية مدة من ثمانية الى عشر ساعات ويعرف فضجها بتعلقه بالاصابع. وحيث ان الجص له اتسلاف بالماء فيجب حفظه بتبعيده عنه وعن الرطوبة والاهوية ولا يحضر منه الا ما هو لازم للعملية في ظرف يوم واحد

والجص البارد هو الذي أثرت فيه الرطوبة واذا عمل منه كرة وضربت في حائط ونحوه تفتت بسهولة. وأما الجص الحماي فانه يكون قوى القوام صلب الا كره وقد دلت التجارب على ان الجص كلما مكث في البناء معرضا للحوادث الجوية كلما ازداد حجمه وتناقصت جودة خواصه بخلاف مؤنة الجير فانها كلما مكثت في البناء جفت وتناقص حجمها وازدادت متانة. والجص يوجد في ناحية حلوان وناحية يياض بالقرب من بنى سوف وفي جهات أخرى بطرنا

* (في الخرسانة) *

الخرسانة هي مادة مركبة من مؤنة وقطع من الحجر مصلح كل منها يكون من قيراط الى قيراطين أو من مؤنة وزلط أو مؤنة وطوب أو شقافة أو غير ذلك ومتى كانت ذات امتزاج تام كانت ذات صلابه وتماسك وتحميد بسرعة في الماء. ولعرفة مقدار كمية المؤنة اللازم خلطها يؤخذ اناء معلوم الحجم ويملا بقطع الاحجار أو الزلط ثم يصب عليه الماء حتى يعلو على سطح تلك القطع فجعل الماء يكون صارة عن مجموع أحجام الأخلية الصغيرة الكائنة بين تلك القطع فينثذيل هذا الحجم تقريبا على المقدار الذي يلزم اضافته من المؤنة لمزج الحجم الكلي للقطع ثم ان القناطر الخيرية أسست على خرسانة مركبة النصف من المؤنة والنصف دقشوم

وكيفية المزج ان تؤخذ كمية من الدقشوم حجمها $\frac{1}{2}$ م مثلا ثم تنثر في الملمم حتى يتكون عنها طبقة يوضع عليها المقدار المناسب من المؤنة ثم تقلب من جميع جهاتها بحزافة لمساح من حديد يئنه وبين النصاب زاوية حادة بقرب انقراجها من الزاوية القائمة ولا يقطع التقلب الا اذا شردت تمام المزج

وفي بعض الاحيان يستعمل للمزج براميل في داخلها مسامير من الحديد معدة لمزج المادة ببعضها والخرسانة ان كانت كثيرة اللين بطاشكها وصارت قليلة الصلابه وان

* (٢٣٢) *

كانت يابسة تشقق وتفلقت في الماء وازداد كمية الجير يطين شيكها

* (في صناعة المونة) *

المونة تكون على الغدوم من خلط الجير بالرمل أو بالحجارة أو بالبورلان أو بالقصرمل أو بالطين أو بالجبص ونحو ذلك ومعرفة المقادير اللازمة من كل منها بالنسبة للأشجار لا تعرف إلا بواسطة التجارب وإذا أريد عمل مونة من الجير والرمل أو من الجير والحجارة يؤخذ النصف من الجير والنصف من الرمل أو النصف جير والنصف حجارة

وحجم الجير اللازم بقدر حجم الماء الداخل بين الخلطة البكاثمة بين جبوب الرمل المعلوم الحجم ونحوه بذلك تعلم مما سبق في الخرسانة

والمونة نوعان مائية وهوائية فالمائية تفصل من خلط الأجزاء الخمسة بالحجارة أو البورلان وإذا خلط بها جز من الرمل حدث مونة وإن كانت بطيئة الشك تصير صلبة بعد مدة يسيرة وهي أوفر من غيرها في المصاريف

وإذا خلطت الأجزاء المائية الخمسة بالرمل حدثت عنها مونة صلبة وإذا عرضت للهواء ازدادت صلابتها وإذا أضيف على هذا الخليط جزء من الحجارة حدثت مونة مائية وإن كانت الأجزاء خمسة لزم لتكون المونة جران أو جزآن ونصف من الرمل وجزء واحد من الجير المطفأ الخالي إلى عجينة يابسة ويلزم بالنسبة للصمرة أن لا تزيد نسبة الجير قبل طفئه عن خمس الحجرة ويجب أن يوضع على المونة كمية من الماء بحيث تقرب العجينة بعد التقليب من القوام اليابس بحيث لا تخف عن حرارة الشمس ولا من الأبخار المتصاعدة عنها واجتناب هذا الضرر يلزم أن تغطي المونة لمخاطها من تأثير الحرارة ودرش الأبخار قبل وضعها في البناء

وقد يستعمل المزج المونة مدة آلات فإن كان المطلوب كمية صغيرة من المونة كونه المنازل فيكون المزج بأيدي الشغالين القوس والجدران وإن كانت المصارة كالمراميات والقناطر وملابسها من العمارات المحتاجة لكثير من المونة فيكون المزج بالآلات تدويرها الخيول أو غيرها

ولا بد في جميع العمليات من أن يكون حجم المونة بعد الخلط أقل من الأجزاء المركبة لها وهذا الحصان يختلف باختلاف الأنواع ولا يمكن تعينه إلا بالتجربة وقد يختلف الثقل

الثقل النوعي باختلاف المواد الداخلة في التركيب لاختلاف زمن حدوثها وقدمها

وهو منحصرين ٢٦ و ١ و ٣ و ٢

ويستعمل في أقليم مصروف من المؤنة مركب من الطين والتصمرل والجبر ومقدار كل منها الثلث في الخلوط وكيفية المزج أن يوضع مقدار من الطين ثم يوضع عليه الجبر ثم يوضع على هذين المقدارين مقدار التصمرل فيسكون ما يعرف بالسكرة الأولى ثم يوضع فوق هذه السكرة كسرة ثانية وثالثة وهكذا على حسب ما يراد ثم يوضع الماء على جزء من المواد المذكورة ويقلب بواسطة الجواردة بحيث يكون الجبر من المواد الثلاثة معاً وذلك لأجل امتزاجها مع بعضها وتكون مؤنة لينها كطينة الطوب ولا بد أن يكون بين ما جهز وما لم يجهز من المؤنة محل خال يوضع الماء فيه وقد يجهز الملطم قبل استعماله اليوم فإذا آن وقت الاستعمال لزم رش جزء من الماء على الملطم لأجل تليينه وسهولة استعماله ويجب على المانح نظافة الملطم عما يوجد فيه من الزلط والطوب ونحوهما

وأما المباني المجمعة في الهال الرطبة كالبحردان والأرصعة والسواقي والأصهاريج وأقصاب المراحض والاساطب الأرضية ونحو ذلك فالمستعمل فيها مؤنة مركبة من جبر وطين والغالب أن يكون النصف جبراً والنصف طيناً والإلآت المستعملة لتجهيز الملطم هي مقاطف يثاق المواد وتخصير السكمرات وقاس وغربال من سلوك من حديد وبرادة وركيك من حديد وقوارب

(في الخفافى)*

الخفافى هو مؤنة مائية مركبة من جزء من الجبر الناعم وجزء من الحمرة مخفولين وجزء من الزلط الذي قطره من ٢ الى ٥ ميليمتر بشرط أن تكون هذه الأجزاء موزجة ببعضها امتزاجاً تاماً مع كمية الماء المناسبة وهذه المؤنة تستعمل في طلاء حيطان الأصهاريج والمراحض وحيطان المياه ولا حلى الطلاء بها بلزم أولاً تقير جزء من المؤنة الموجودة في لحامات الطوب الآخر بمثل مقدار من ١ الى ٢ ستيمتر بواسطة القندوم هذا إن كان سطح الحائط مكسوراً ثم يطلى سطح الحائط المذكور بهذه المؤنة بواسطة الحارة ويندلكها بها ذلك كما جسد مؤنة يومين ويعرف انتهاء عملية ذلك متى أسود لون المادة لذلك كورة وتظهر سطحها منديجاً مقبولاً ثم يترك الحائط مدة أسبوعين حتى

* (٢٢٤) *

تجف المونة فمن ذلك يظلي سطحها بالزيت الحار

* (مونة مائة من سريان السامو الرطوبية والغازات من جدران الحائط لاعلاها) *

هذه المونة تترك من برمن القطران وآخر من الزيت وثلاثة أجزاء من الرمل الرفيع موزوجة ببعضها من جاراتها بحيث يتكون منها مادة لزجة وهذه المونة يبنى بها مدامك أو اثنين بأعلى الجدار المعرض للمياه أو الرطوبة كجدار المحيطان التي تترقورات سكك الحديد ثم يظلي السطح الأفقي الأعلى للمدامك المذكور بطبقة ارتفاعها من ٠.١ م إلى ٠.١٥ م من تلك المونة ثم يبنى فوقه الحائط بالمونة المعتادة فبذلك لا تنصد المياه ولا الرطوبة مطلقا في مسام الحائط المذكور ولا تنتشر من الأرض غازات ولا روائح كريهة بأعلى الحائط

* (في عرض الأساس) *

عرض الأساس تارة يكون ضعف عرض الحائط التي تبنى فوقه وتارة يكون مرة ونصفا وإن هذا العرض يزيد وينقص بحسب ارتفاع ما يبنى فوقه وبحسب صلابة الأرض وتقل البناء العسادة أن يجعل مو زوا في جهتي الحائط بشرط أن محور الحائط ينسقط أقرب إلى محور الأساس وإنما اللازم أن يكون عرض الأساس موزعا في جهتي الحائط بالنسبة لنقطة وقوع القوة المحصلة لجميع القوى المؤثرة في الأساس وبالنسبة للأرض بحسب قبولها للانضغاط وعدمه

ومنى كانت المحيطان سائدة أثرية أو عقودا أو مياهها كان الأساس ممتداجهة الخارج أزيد من الداخل والاحسن أن يكون كله في الخارج

* (في بناء المحيطان) *

تبنى المحيطان بالحجر الفت أو بالدبش أو بالطوب أو بالحرسانة أو بالطوف والمحيطان إما أن تكون محيطان الأسوار التي لا تتحمل الأثقالها أو محيطان الأرض صفة المعرضة لتدافع الأتربة أو محيطان السدود المعرضة لتدافع المياه أو المحيطان الواقع عليهما ثقل السقوف أو الجملونات أو العقود أو محيطان الجوانب

* (في بناء المحيطان بالحجر الفت) *

كيفية بناء المحيطان بالحجر الفت ثلاثة أنواع (الاول) أن يكون جميعها داخلًا وخارجًا مبنيًا من الحجر الفت (الثاني) أن تكون الكسوة من الحجر الفت وباقي

سمك الحائط من مواد أخرى (الثالث) أن تكون الزوايا والسفل والعقود من الحجر
الحق والباقي من مواد آخر

والمدماك هو كل صف أفقي من الاحجار يرتصه بجوار بعضها وعزموس الحجر هو
سطوح الالتصامات الرأسية للحجر أو جانبيه وروم الحجر هو ارتفاع الحجر الداخل في
المدماك

ولاجل توطن الحائط وزيادة الصلابة يجب أن لا تقابل العراميس بعضها ويلزم
أيضاً أن يكون روم الاحجار المركبة للمدماك الواحد واحداً وأن تكون رؤس الزوايا
الداخلية والخارجية أى النواصي خالية عن الالتصامات وكان القدماء يصقلون سطوح
الالتصامات صقلاً جيداً حتى تكاد تنعدم ويظهر للرائى أن الحائط حجر واحد مع
استعمالهم أحجاراً عظيمة الحجم فان كانت الاحجار المستعملة صغيرة الحجر يطوها
بعضها بواسطة زوانات أو دواسر من حديد مثبتة في سطوح الاحجار وفي جوانبها وبهذه
الكيفية كانت جميع أجزاء الحائط مرتبطة ببعضها ارتباطاً طاقماً بحيث تظهر
كالقطعة الواحدة

وأن يكون ارتكاز الاحجار فوق طبقات غير صلبة من المونة فانه عند جفاف المونة
يقبل ارتفاعها وتبقى الاحجار مستندة على القطع الدقشوم التي لا تقبل ضغط البناء
ويحصل تكسرى في الاحجار وتختل في البناء والطريقة المستعملة الآن في بناء
الحيطان بالحجر تحت هي أن يبدأ أولاً بتسوية وبناء السطح المعدل وضع أول مدماك
المعروف بمدماك الوزنة بحيث أنه يكون أفقياً ثم يوضع فوقه حجران في مستوى
الحائط متباعداً عن بعضهما بما يثبت فيما محيط البناء ثم يوضع بينهما الاحجار
يجوار بعضها على استقامة المحيط ثم توزن بواسطة النقل والقدة أو ميزان البناء وإذا
وجدت الاحجار ما تلهزم تقويتها بقطع من الدقشوم حتى تصير في مستوى الحائط
وقد تخرج الاحجار بواسطة العتلة أو المسطرين حتى تصير في مستوى الحائط ثم تلم
الاحجار بأن يؤخذ ليلابة من الجبس وتوضع في النهاية العليا لعزموس بشرط أن عمل
الاحجار لا يتغير ثم تجرى عملية السبك وهي أن تملأ جميع الفتحات بالجبس أو المونة
المركبة من الحجر والحمة فإذا كان السطح الأعلى للمدماك مستوياً لزم أن يؤخذ من
الجبس المرقق ويغلى بها سطح المدماك المذكور وأما ان كان غير مستوياً فاما أن يزال

الزائد حتى يصير السطح مستويا واما أن يصنع ما يعرف ببقية المدماك أهني يساوي سطح المدماك بواسطة قطع من الدقشوم والمؤثة ثم يجمع فوقها بالجمجمة اللباني ثم ترص المداميك الاخر بهذه المنابة الى انتهاء البناء ولا بد أن يكون طول الاجار مناسباً لارتفاعها والمستعمل أن يكون طول الحجر ضعف روميه ولا بد من أن يكون مقدار روم الحجر كقدر عرضه

وقد يتعلق رص الاجار في المحيطان المجارى بعظمة هذه الاجار ويسمى الحائط فان كانت الاجار متساوية وعرضها مساوياً لسمك الحائط كانت أحسن ويلزم أن العراميس الموجودة في أي مدماك تقابل مع اجار المدماك الثاني في منتصفها وفي العمارات المهمة يجب ربط الاجار النحت ببعضها بواسطة زوائد من الحديد وقد تثبت أوتار من حديد في مدماكين أو ثلاثة وهذه الطريقة تستعمل في بناء المين في البحور الواقعة عليها تدافع كبير وان كانت الحائط بحجرة من جهة واحدة وباقيا بالبيان يتم في جعل سطح الحائط غير المكسي بالحجر موزوناً في جميع جهاته ومستويا وقد توضع أختاب طويلة من مسافة الى أخرى في امتداد الحائط تسمى بالميدة وتثبت بالجبس او بالموثة وفائدة الحائط اجزاء البنيان ببعضها وازيادة الصلابة بشرط أن تكون الأختاب للذكورة جافة لا يعتريها التسويس ولا تتأثر من الحوادث الجوية ولا تلف من رطوبة البنيان وذلك الميدة لا تستعمل الا في المباني القليلة الأهمية

* (في بناء المحيطان بالدبش) *

في بناء المحيطان بالدبش يلزم أن تكون النواصي والاربطة والسيقل وزوايا الشبايك والارباب والعقود من الحجر النحت والاربطة هي أخمرة أفقية ورأسية مصنوعة من الحجر النحت تعمل في استقامة الاعتاب ان كانت الاربطة أفقية واما ان كانت الاربطة رأسية فتكون مقاومة لمواج المحيطان الواجحة أو في الحال المرتكزة عليها الاعتاب ويلزم أن تبقى بحيث يظهر مهاد وثق وزينة في منظر البنيان ومن ضمن الاربطة الأفقية الطباقات والكرنيش فالطبان هو المدماك الاخير الذي ينتهي به السفلى المجارى والكرنيش هو المدماك الذي ينتهي به الحائط

وفائدة الكرنيش ابعاد الماء المطر عن وجهه الحائط وفي قطر مصر ينهد استعمال الاربسة ويستعمل بدلها الحديد بأن توضع في سطح الحائط على ابعاد متساوية بحيث يكون البعد بين كل ميدنتين متواليتين كبيراً أو صغيراً على حسب سمك الحائط وارتفاعها وجنس المواد ويجب أن تكون مربعات الاسقف متكررة نهايتها على الحديد وأن تكون مبداء الحواجز متعشقة في مبداء حائط الوجه

وطريقة بناء المحيطان بالدبش هي انه بعد انتهاء الاساس يوضع في نهايتي الحائط أربع دبابات على مؤنثة وبشد عليها خيط البناء ثم يوضع المؤنثة في عرض الحائط ويرص فوقها الدبش بحيث لا يخرج عن استقامة المحيط ثم تقلد الاخيلة السكائنة بين الدبش بالمؤنثة والدقشوم ويدق عليه بالمسطرين حتى يتوطن ويلزم أن يكون ارتفاع المدامك واحدًا ووسطه الأعلى مستوًا قفياً ويجب على البناء استعمال ميزانه عند ارتفاع الحائط بحيث لا يخرج عن الاتواء العمودي أو الميل المعلوم وأن يربط الدبش ببعضه في كل مدامك بواسطة دبش نخالي طويل يمتد في جميع عرض الحائط وأن يهيئ مدامك من الدبش وآخر من الطوب أو اثنين من الدبش واثنين من الطوب

(في بناء المحيطان بالطوب الأحمر)

البناء بالطوب الأحمر أهم صلابة من البناء بالدبش ويحتاج إلى بناء الطوب المدكور لهذه أسباب أولها انه يظهر عنه منظر منتظم وسهل النقل من الأرض لارتفاع جسمه كارتفاع المداخل والمآذن وغيرها وفائدها أن البناء يكون بدون مشقة بسبب انتظامه بواسطة القالب وثالثها أن بناء الطوب لا يتأثر من الحوادث الجوية ولا من النار ولا يبرقع الماء ورابعها انه يقصد بالمؤنثة اتصافاً كلياً ويجب عند استعمال الأحمر أن يتخفف من سائر الاوساخ ولا بد من بله بالماء عند البناء به كي لا يتشرب ماء المؤنثة ويهدمها القوة ويلزم أن يرش بالماء بعد البناء ويدق على الطوب بعد وضعه في المؤنثة بالمسطرين حتى يتوطن وكيفية ارتباط الطوب ببعضه في الحائط يتعلق بسمك الحائط ويلزم أن تكون محامات المدامك الأعلى ليست على استقامة محامات المدامك الذي أسفله

(في بناء المحيطان بالخرسانة)

البناء بالخرسانة يحتاج إلى العمل به عند عدم وجود الطوب أو الدبش أو الحجر الآلة أو عند ارادة الوفر إذا كان في هذه المواضع أقل من غيره وطريقة البناء به هذه

المادة ان يعمل صندوق عرضه مناسب لارض الحائط وارتفاعه من ثلثي يني
 عندما كان أو ثلاثة من الطوب ليتمكن من سفلي الحائط ثم وضع المؤنة مع الزلط طبقة
 بعد طبقة ارتفاع كل منها ٦ اود. ستهية تقريباً ثم يدق على كل طبقة بالمندان
 ثم يستمر على ذلك الى ارتفاع الصندوق ثم يني يتر من الطوب قدره عندما كان أو ثلاثة
 ثم يعمل الصندوق ويوضع في جزء آخر من الحائط ويستمر على ذلك الى أن يتم بناء الحائط
 المطلوب

وقد يجعل السطح الظاهر للحائط من الداخل والخارج مكسو بالطوب الاحمر وأوسط
 الحائط مملوء بالخرسانة وحينئذ يجب عند العمل أن يني أولاً سد تلك المحيط ثم توضع
 الخرسانة داخله وقد شوهد أن المبني المصنوع بهذه الكيفية اذا كان متقناً اكتسب
 بعد مضي مدة بسيرة صلابة تقرب من صلابة الحجر والحائط يظهر انه قطعة واحدة

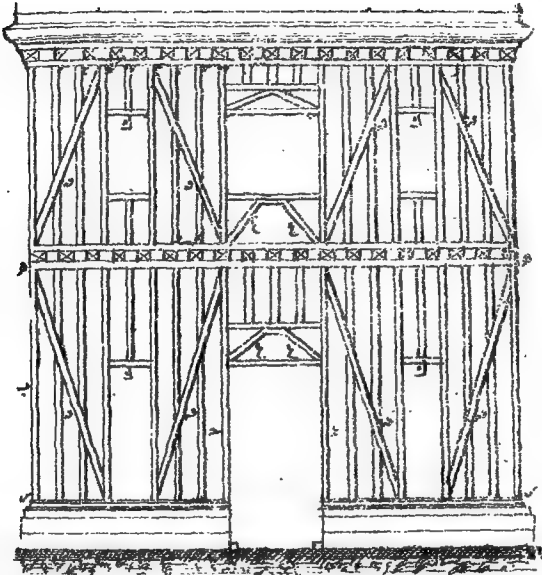
(في بناء المحيطان بالطوف أي بالطين)

يمكن أن تستعمل الطريقة المتقدمة في البنيان بالطوف لكن يجب أن تكون الطينة
 المستعملة جيدة كالطين المستعمل في ضرب الطوب وان تخلط بالطين خلطاً قوياً ويزن
 أن يكون الاساس مبني من الدبش أو الطوب الاحمر وممتد فوق سطح الارض بمقدار
 ثلاث دمايك أو أربعة وفوق ذلك يني الطوف كما يني بالخرسانة بواسطة الصندوق
 مع ذلك الطبقات في أثناء العمل أولاً ولا ثم يوضع فوق النهاية العليا زفر فمصنوع
 من مادة لا تؤثر فيها الامطار وقد يوضع هذا الزفر بشرط أن يمنع ماء المطر عن سطح
 الحائط وان تجعل الزوايا من الدبش أو الطوب الاحمر ويوضع مبني من الخشب الجاف
 وهذا النوع والنوع المتقدم تقدم نافعان في المباني القليلة الاهمية التي لا تتحمل أثقالاً
 عظيمة وهما يمكن البنيان بغاية السرعة ولا يحتاجان لكثير من المصاريف وقد يزداد
 زمن مكث البنيان بالطوف اذا طليت سطوحه الظاهرة بمونة مركبة من جرمين الجير
 المطال الى عجينة وأربعة أجزاء من الطين بشرط أن يمزج بهذا الاجزاء كمية كافية من ساس
 الكتان أو المضاف المقطع أجزاء صغيرة

(في كيفية عمل الخشب)

قد عمل خشب نسي بالبغداد في بدل البناء بالدبش أو بالطوب أو بالحجر وهذه
 الطريقة كثيرة الاستعمال في البلاد الموجودة بها أخشاب بكثرة وقد تستعمل في غيرها
 وان احتاجت لكثير من المصاريف لحرقها وسرعة تشييدها وهي مضره لعدم مقاومتها
 للعوامل

للهوادث المحبوبة كغيرها ولكنها عرضة للاحترق واستعمالها يكون في حيطان المنازل المطلة على المحيطان والمستندة على الموردرات وحيطان التفاصيل داخل المنازل وتتركب من قطع أخشاب رأسية متباعدة عن بعضها بمسافات موافقة مثبتة بقطع أخرى بعضها أفقي وبعضها مائل ومعلم ما بينهما من الاخشبية بالبيان المصنوع من الطوب الاجر حتى لا يبقى فيها منافذ سوى الابواب والشبابيك والمناور ومتى كانت الخشائب مصدوعة في الدور الارضي فلعدم اثرها من الرطوبة يلزم أن تكون مرتكزة على سفلى مبنى من الطوب الاجر والبش ارتفاعه مبرقرباً يوضع على سطحه خشبية أفقية تنهى مدادة رزمها من تشقق فيها الاخشاب الرأسية المعجمة قوائم رزمها ب و و و يطلق اسم الحلق على أخشاب القوائم والافقيات المجددة للابواب والشبابيك وقد تشقق جميع القوائم في نهاياتها العليا قطعة الخشب الأفقية المعجمة مدادة الرأس المرموز لها بالحرف ه ولاجل زيادة قوام التشبيبة وعدم تحللها وانزلاقها من محل التعشيق تشقق بين القوائم في القطع الأفقية قطع أخشاب مائلة رزمها و تسمى كواويل ثم يملأ المسافة المحيالية المتحصرة بين كل كابل والقطع الرأسية والافقية بقوائم أخرى صغيرة مشطوبة من الجهة المتكئة على الكابل وقد تشقق في القوائم المجددة للفتحات قطع أفقية رزمها ك تسمى أعتاب الابواب وتعلم المسافة المتخلقة بينها وبين مدادة الرأس بقوائم صغيرة تسمى علف وإذا كانت الفتحة مدسعة ويختص على المدادة من الثقل الواقع عليها توضع الكواويل المبينة بالحرف ع وفي الغالب أن تكون المدادة الارضية جلسة الشبابيك في الدور الارضي وأما في باقي الادوار فتتشقق قوائم الحلق بقطع أخشاب أفقية لتكوين جلسات الشبابيك المذكورة ولاجل زيادة الصلابة يلزم أن تكون جلة الخشائب المركبة للدوار مرتبطة ببعضها ارتباطاً كلياً وانما يتبقى ذلك اذا كانت قوائم الزوايا قطعة واحدة ذات ارتفاع كاف بحيث تصل الى أعلى دور حتى تشقق بها جميع المدادات الأفقية فان كانت التشبيبة طاملة أسففاً وجب أن تكون مربوطات السفرة من تركة على مدادة الرأس لأول تشبيبة



واما المدادة الارضية القخشية التالية فترى كز على هذه المربوطات وفي قشاشيد
الحواجز لاستعمل المدادة الارضية لكونها يجب قطعها في محل الابواب فتقل قوة
القخشية وانما تثبت القوائم في مسدادة الرأس في القخشية الاولى وباقي القوائم
الصغيرة تثبت اما في المدادة المذكورة أو في مدادة صغيرة قريبة من المدادة الرأسية
المذكورة

ولا جعل تماسك قطع الانحساب ببعضها يجب ان تربط المدادات ببعضها بأخزمة من
حديد ربطا تاما بواسطة برسم وتربط أيضا المدادات بقوائم الشبائك وباعتنا بها
وكذلك يربط محل تعاشيق المدادة ان لم يكن كل منها قطعة واحدة وكذلك

قشاشيد

تخشب الوجه وتخشب الحواجز فانها تربط أيضا بعضها في عدة نقاط من نصلها
وعندما تكون الخشبية متصلة بمحاط بناء يجب زيادة عن سبك أطراف القطع
الاصيلة في المحاط ربط تلك الأطراف بعينها بالبناء بواسطة قطع من حديد وقديلا
الاخيلية الكائنة بين أخشاب التخشب بالبيان والاحسن أن يدق في السلوح
الداخلية للأخشاب مسامير صغيرة تربط البناء الخشبية ثم بعد ذلك تملأ الاخيلية
بالمونة والطوب الأحمر والجبس وأخيرا تظلى بالبياض وفي هذا الحاله يقال
لتخشب حيطان سوسي

وقد يكتفى في حيطان الجواجز كما هي العادة بالحجارة في قطر مصر بعمل القناشيب بدون خشب أو السناء بان تعمر قطع صغيرة من الألواح تسمى البغدادي في القوائم ثم يبنى فوقها عترة الحجر أو الجبس ودق السكبان والعادة أن يختار لقوائم الزاوية في الدور الأرضي قطع أخشاب ضلع قطعها يختلف من ٢١ و ٢٢ و ٢٣ و ٢٤ و ٢٥ و ٢٦ و ٢٧ و ٢٨ و ٢٩ و ٣٠ و ٣١ و ٣٢ و ٣٣ و ٣٤ و ٣٥ و ٣٦ و ٣٧ و ٣٨ و ٣٩ و ٤٠ و ٤١ و ٤٢ و ٤٣ و ٤٤ و ٤٥ و ٤٦ و ٤٧ و ٤٨ و ٤٩ و ٥٠ و ٥١ و ٥٢ و ٥٣ و ٥٤ و ٥٥ و ٥٦ و ٥٧ و ٥٨ و ٥٩ و ٦٠ و ٦١ و ٦٢ و ٦٣ و ٦٤ و ٦٥ و ٦٦ و ٦٧ و ٦٨ و ٦٩ و ٧٠ و ٧١ و ٧٢ و ٧٣ و ٧٤ و ٧٥ و ٧٦ و ٧٧ و ٧٨ و ٧٩ و ٨٠ و ٨١ و ٨٢ و ٨٣ و ٨٤ و ٨٥ و ٨٦ و ٨٧ و ٨٨ و ٨٩ و ٩٠ و ٩١ و ٩٢ و ٩٣ و ٩٤ و ٩٥ و ٩٦ و ٩٧ و ٩٨ و ٩٩ و ١٠٠ و ١٠١ و ١٠٢ و ١٠٣ و ١٠٤ و ١٠٥ و ١٠٦ و ١٠٧ و ١٠٨ و ١٠٩ و ١١٠ و ١١١ و ١١٢ و ١١٣ و ١١٤ و ١١٥ و ١١٦ و ١١٧ و ١١٨ و ١١٩ و ١٢٠ و ١٢١ و ١٢٢ و ١٢٣ و ١٢٤ و ١٢٥ و ١٢٦ و ١٢٧ و ١٢٨ و ١٢٩ و ١٣٠ و ١٣١ و ١٣٢ و ١٣٣ و ١٣٤ و ١٣٥ و ١٣٦ و ١٣٧ و ١٣٨ و ١٣٩ و ١٤٠ و ١٤١ و ١٤٢ و ١٤٣ و ١٤٤ و ١٤٥ و ١٤٦ و ١٤٧ و ١٤٨ و ١٤٩ و ١٥٠ و ١٥١ و ١٥٢ و ١٥٣ و ١٥٤ و ١٥٥ و ١٥٦ و ١٥٧ و ١٥٨ و ١٥٩ و ١٦٠ و ١٦١ و ١٦٢ و ١٦٣ و ١٦٤ و ١٦٥ و ١٦٦ و ١٦٧ و ١٦٨ و ١٦٩ و ١٧٠ و ١٧١ و ١٧٢ و ١٧٣ و ١٧٤ و ١٧٥ و ١٧٦ و ١٧٧ و ١٧٨ و ١٧٩ و ١٨٠ و ١٨١ و ١٨٢ و ١٨٣ و ١٨٤ و ١٨٥ و ١٨٦ و ١٨٧ و ١٨٨ و ١٨٩ و ١٩٠ و ١٩١ و ١٩٢ و ١٩٣ و ١٩٤ و ١٩٥ و ١٩٦ و ١٩٧ و ١٩٨ و ١٩٩ و ٢٠٠ و ٢٠١ و ٢٠٢ و ٢٠٣ و ٢٠٤ و ٢٠٥ و ٢٠٦ و ٢٠٧ و ٢٠٨ و ٢٠٩ و ٢١٠ و ٢١١ و ٢١٢ و ٢١٣ و ٢١٤ و ٢١٥ و ٢١٦ و ٢١٧ و ٢١٨ و ٢١٩ و ٢٢٠ و ٢٢١ و ٢٢٢ و ٢٢٣ و ٢٢٤ و ٢٢٥ و ٢٢٦ و ٢٢٧ و ٢٢٨ و ٢٢٩ و ٢٣٠ و ٢٣١ و ٢٣٢ و ٢٣٣ و ٢٣٤ و ٢٣٥ و ٢٣٦ و ٢٣٧ و ٢٣٨ و ٢٣٩ و ٢٤٠ و ٢٤١ و ٢٤٢ و ٢٤٣ و ٢٤٤ و ٢٤٥ و ٢٤٦ و ٢٤٧ و ٢٤٨ و ٢٤٩ و ٢٥٠ و ٢٥١ و ٢٥٢ و ٢٥٣ و ٢٥٤ و ٢٥٥ و ٢٥٦ و ٢٥٧ و ٢٥٨ و ٢٥٩ و ٢٦٠ و ٢٦١ و ٢٦٢ و ٢٦٣ و ٢٦٤ و ٢٦٥ و ٢٦٦ و ٢٦٧ و ٢٦٨ و ٢٦٩ و ٢٧٠ و ٢٧١ و ٢٧٢ و ٢٧٣ و ٢٧٤ و ٢٧٥ و ٢٧٦ و ٢٧٧ و ٢٧٨ و ٢٧٩ و ٢٨٠ و ٢٨١ و ٢٨٢ و ٢٨٣ و ٢٨٤ و ٢٨٥ و ٢٨٦ و ٢٨٧ و ٢٨٨ و ٢٨٩ و ٢٩٠ و ٢٩١ و ٢٩٢ و ٢٩٣ و ٢٩٤ و ٢٩٥ و ٢٩٦ و ٢٩٧ و ٢٩٨ و ٢٩٩ و ٣٠٠ و ٣٠١ و ٣٠٢ و ٣٠٣ و ٣٠٤ و ٣٠٥ و ٣٠٦ و ٣٠٧ و ٣٠٨ و ٣٠٩ و ٣١٠ و ٣١١ و ٣١٢ و ٣١٣ و ٣١٤ و ٣١٥ و ٣١٦ و ٣١٧ و ٣١٨ و ٣١٩ و ٣٢٠ و ٣٢١ و ٣٢٢ و ٣٢٣ و ٣٢٤ و ٣٢٥ و ٣٢٦ و ٣٢٧ و ٣٢٨ و ٣٢٩ و ٣٣٠ و ٣٣١ و ٣٣٢ و ٣٣٣ و ٣٣٤ و ٣٣٥ و ٣٣٦ و ٣٣٧ و ٣٣٨ و ٣٣٩ و ٣٤٠ و ٣٤١ و ٣٤٢ و ٣٤٣ و ٣٤٤ و ٣٤٥ و ٣٤٦ و ٣٤٧ و ٣٤٨ و ٣٤٩ و ٣٥٠ و ٣٥١ و ٣٥٢ و ٣٥٣ و ٣٥٤ و ٣٥٥ و ٣٥٦ و ٣٥٧ و ٣٥٨ و ٣٥٩ و ٣٦٠ و ٣٦١ و ٣٦٢ و ٣٦٣ و ٣٦٤ و ٣٦٥ و ٣٦٦ و ٣٦٧ و ٣٦٨ و ٣٦٩ و ٣٧٠ و ٣٧١ و ٣٧٢ و ٣٧٣ و ٣٧٤ و ٣٧٥ و ٣٧٦ و ٣٧٧ و ٣٧٨ و ٣٧٩ و ٣٨٠ و ٣٨١ و ٣٨٢ و ٣٨٣ و ٣٨٤ و ٣٨٥ و ٣٨٦ و ٣٨٧ و ٣٨٨ و ٣٨٩ و ٣٩٠ و ٣٩١ و ٣٩٢ و ٣٩٣ و ٣٩٤ و ٣٩٥ و ٣٩٦ و ٣٩٧ و ٣٩٨ و ٣٩٩ و ٤٠٠ و ٤٠١ و ٤٠٢ و ٤٠٣ و ٤٠٤ و ٤٠٥ و ٤٠٦ و ٤٠٧ و ٤٠٨ و ٤٠٩ و ٤١٠ و ٤١١ و ٤١٢ و ٤١٣ و ٤١٤ و ٤١٥ و ٤١٦ و ٤١٧ و ٤١٨ و ٤١٩ و ٤٢٠ و ٤٢١ و ٤٢٢ و ٤٢٣ و ٤٢٤ و ٤٢٥ و ٤٢٦ و ٤٢٧ و ٤٢٨ و ٤٢٩ و ٤٣٠ و ٤٣١ و ٤٣٢ و ٤٣٣ و ٤٣٤ و ٤٣٥ و ٤٣٦ و ٤٣٧ و ٤٣٨ و ٤٣٩ و ٤٤٠ و ٤٤١ و ٤٤٢ و ٤٤٣ و ٤٤٤ و ٤٤٥ و ٤٤٦ و ٤٤٧ و ٤٤٨ و ٤٤٩ و ٤٥٠ و ٤٥١ و ٤٥٢ و ٤٥٣ و ٤٥٤ و ٤٥٥ و ٤٥٦ و ٤٥٧ و ٤٥٨ و ٤٥٩ و ٤٦٠ و ٤٦١ و ٤٦٢ و ٤٦٣ و ٤٦٤ و ٤٦٥ و ٤٦٦ و ٤٦٧ و ٤٦٨ و ٤٦٩ و ٤٧٠ و ٤٧١ و ٤٧٢ و ٤٧٣ و ٤٧٤ و ٤٧٥ و ٤٧٦ و ٤٧٧ و ٤٧٨ و ٤٧٩ و ٤٨٠ و ٤٨١ و ٤٨٢ و ٤٨٣ و ٤٨٤ و ٤٨٥ و ٤٨٦ و ٤٨٧ و ٤٨٨ و ٤٨٩ و ٤٩٠ و ٤٩١ و ٤٩٢ و ٤٩٣ و ٤٩٤ و ٤٩٥ و ٤٩٦ و ٤٩٧ و ٤٩٨ و ٤٩٩ و ٥٠٠ و ٥٠١ و ٥٠٢ و ٥٠٣ و ٥٠٤ و ٥٠٥ و ٥٠٦ و ٥٠٧ و ٥٠٨ و ٥٠٩ و ٥١٠ و ٥١١ و ٥١٢ و ٥١٣ و ٥١٤ و ٥١٥ و ٥١٦ و ٥١٧ و ٥١٨ و ٥١٩ و ٥٢٠ و ٥٢١ و ٥٢٢ و ٥٢٣ و ٥٢٤ و ٥٢٥ و ٥٢٦ و ٥٢٧ و ٥٢٨ و ٥٢٩ و ٥٣٠ و ٥٣١ و ٥٣٢ و ٥٣٣ و ٥٣٤ و ٥٣٥ و ٥٣٦ و ٥٣٧ و ٥٣٨ و ٥٣٩ و ٥٤٠ و ٥٤

﴿فِي تَعْيِينِ سَمَكِ الْحَيَّطَانِ﴾

• (في تعيين سمك - جيطان الاسوار) •

لا يحد اسمك حائط سور من فرد سواء كان في شواطئ البحار أو في وسط القرى يقال
من المعلوم أن السور متحمل بنقله فقط وبالفعلط الألفي الواقع عليه من الرياح القوية
فأذا رمى بالحرف ع لارتفاع السور الذي عادة يصكون معاها وبالحرف هـ
لحصلة جميع القوى الأفقية لتيارات الهواء المؤثرة على سطح متر ربع من سطح السور
وبالحرف م ثقل المتر المكعب من مواد بناء السور وبالحرف ن اسم لسمك السور
المجهول تبين سمك السور من هذا القانون

$$\frac{1}{2} \sqrt{2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

(٢٤٢)

وقد وجد بالتجارب ان مقدار $v = ١٤٤$ كيلوجرام في شواطئ البحار على سطح
متر مربع

و $v = ١٠٠$ كيلوجرام في وسط القرى على سطح
متر مربع

فاذا فرض أن

$$m = ٢٠٠٠ \text{ كيلوجرام بناءً متوسطا}$$

ووضعنا المقادير المذكورة في القانون (١) ، ولذا

$$s = ٠.٢٧ \times \sqrt{٤٧} \text{ في شواطئ البحار}$$

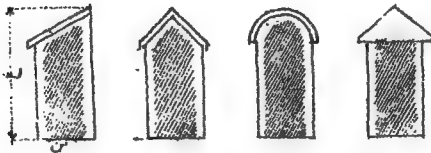
$$s = ٠.٢٢ \times \sqrt{٤٧} \text{ في وسط القرى}$$

وفي بعض الاحيان يكون المقدار الناتج من قانون (١)

كبيراً فاذا صار تنقيص السلك فيعطى للسور ثمانية بواسطة

بناء أربعة رأسيه بعد محاورها عن بعضها مختلف من

١٠ الى ٧ م وبرزها عن مستوى السور من ٠.٧٥ الى ١.٥ وهذه
صورة اشكال الاسوار



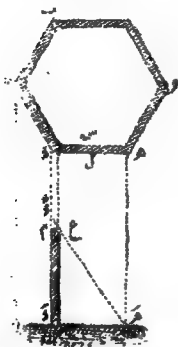
وعلى مقتضى التجارب التي عملها المهندس روندليه سمك جدران الاسوار يختلف من
 $\frac{1}{10}$ الى $\frac{1}{11}$ من ارتفاع السور

واذا كان ارتفاع السور s معلوماً وشكله a, b, c, d, e و مسطحة منتظما

يمكن معرفة سمكه s بطريقة رسمية وهي أن يرسم مثلث قائم الزاوية h, s, s

(٣٤٣)

قاعته هـ و ضلع الشكل وارتفاعه د و ارتفاع السور المعلوم ثم نرسم
على وتره بعد د ع = $\frac{1}{4}$ أو $\frac{1}{3}$ أو $\frac{1}{2}$ أو $\frac{1}{4}$ الارتفاع
المذكور ثم نرسم من نقطة ع مستقيماً فقي ع م فيكون هو ملك المحاط
المطلوب



ويمكن أن يستخرج مقدار السك من
بالحساب من هذا القانون

$$\text{سك} = \frac{\text{ل}}{\frac{\text{ع}}{14} + \frac{\text{ل}}{14}}$$

الذي فيه حرف ع رمز الارتفاع ونحو
ل قاعدة الشكل وإذا كان الشكل
ذا اثني عشر ضلعاً فيحسب السك كما تقدم
وأما إذا كان البنيان مستديراً فيحسب السك
بهذا القانون

$$\text{سك} = \frac{\frac{\text{نق}}{4}}{\frac{\text{نق}}{4} + \left(\frac{\text{نق}}{4}\right)^2}$$

الذي فيه حرف هـ رمز ارتفاع الدور
ونق نصف القطر

مثلاً إذا فرضنا أن قطر البني ٣٨ و ٦٤ م وارتفاعه ٧٠ و ٣١ يكون السك
سك = ٧٤٦ و ٢٠

(في ملك حيطان المساند)

(في ملك الحيطان الساندة للأتربة)

حين كانت هذه الحيطان تستعمل لساندة الأتربة يجب أن نعمل لحسابها كما في
حسب مقاوم تدافع الأتربة حتى لا يمكن ترزخها ولا سقوطها ونشرح الطريقتين
المسوكيتين في ذلك أعداً ههما طريقة المهندس دويان المستعملة فيها إذا كانت

(٣٤٤)

الخطان سائدة أثرية كما هي العادى فى الاستحكامات وهى أن يجعل الحائط من أعلى
سلك معلوم مقداره عادة يكون $1 = 634$ م ثم يجعل الوجه الظاهر
أو مثلاً بمقدار 1 الارتفاع الكلى ثم يجعل الوجه المتكى عليه الأثرية و
رأسياً ثم يصيب سلك الحائط من أسفل بهذا القانون

$$ن = 634 + 4$$

الذى فيه 4 رمز لارتفاع الحائط ثم تسند
الحائط بمسانيد من البنيان متباعدة المساور
بمقدار يختلف من 4 م إلى 6 م
ويمكن بعد

$$ج = 634 + \frac{1}{6} (4 - 20)$$

وبعد

$$ج = 634 + \frac{1}{11} (4 - 20)$$

وبعد

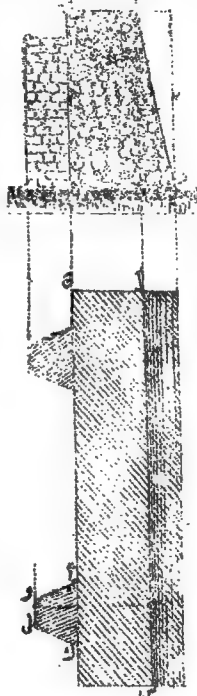
$$ل = 634 + \frac{1}{10} (4 - 20)$$

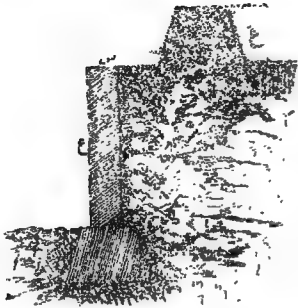
وهذه المقادير هى المستعملة متى كان ارتفاع
الحائط مفضرا بين 20 م و 48 م
وقد جعل بعض المهندسين الوجه الظاهر
فى كثير من العمليات مثلاً بمقدار يختلف من $\frac{1}{6}$
إلى $\frac{1}{10}$ الارتفاع

فإذا كان الارتفاع أقل من عشرة أمتار فيكون
سلك الحائط بموجب الطريقة المتقدمة زيادة
كما تستلزمه المقاومة اللازمة وقد يكون
عكس ذلك متى زاد الارتفاع عن 10 م

(الطريقة الثانية)

وهى طريقة المهندس بونسله ولتشرحها
فنعول إذا فرض أن $س$ سلك الحائط
المعتبر وجهها رأسين وأن $ج$ ارتفاعها





من ابتداء القاعدة وان ع ارتفاع
الأتربة الزائدة الموضوعة فوق المستوى
الاعلى للمحاط وان ل تمام الزاوية
السكائنة ما بين ميل الأتربة والافق وم
ثقل الميزر المكعب من الأتربة وم
ثقل الميزر المكعب من البنيان وان ب
عرض المسافة السكائنة ما بين نهاية المحاط
والأتربة الزائدة فيكون القانون العمومي
الذي ينتج منه العمل اللازم جعله للمحاط
بين النهايات ع = ٠ و ع = ع

$$د = ٠ و ٠ = ٢ \times ع$$

$$٢٨٥ = ٠ (ع + ع) \text{ طا } ١ \text{ ل } ٢٧$$

والمحيطان التي بحسب عملها بواسطة القانون (١) المذكور يفرض ان وجوها
وأسية يصدر عنها مقاومة عين المقاومة التي تحدث من حيطان لا مساند لها محسوبة
العمل بالطريقة الاولى عندما يكون الارتفاع ١٠ م فاذا فرض ان طا ل = ١
و $\frac{ع}{٢} = \frac{ع}{٢}$ يعني ان الأتربة والبنيان في حالة متوسطة فالقانون (١) المذكور
يقول الى

$$٢٨٥ = ٠ (ع + ع)$$

وهذان القانونان يستعملان في النهايات من ع = ٠ الى ع = ٢
ويمكن معرفة عمل المحاط سه بواسطة الجدول الآتي مع اختلاف أنواع الأتربة
وهو اذا البنيان واعتبار ارتفاع الأتربة الزائدة اكبر من المسهل عادة سواء كانت
المسافة ب موجودة أو غير موجودة وهذا العمل محسوب في الجدول بكمور
الارتفاع الكلي للمحاط الراسي في حالة الدوران بحيث يكون للمحاط توطن مثل توطن
المحاط البنية على موجب طريقة المهندس دو بان في حالة ما اذا كان ارتفاع المحاط

[illegible]

[illegible]

* (٣٤٩) *

فاذا اختلفت مقادير ρ عن الموجودة في الجدول جعل مقدار ρ مناسبة
للقادير الموجودة بالجدول التي تقرب من الاعداد المعلومة
واذا كان الوجه الظاهر للحائط مائلا والوجه المقابل له المتكئ عليه الاتربة رأسيا
بحسب السمك s في قاعدة الحائط بهذا القانون

$$s = \frac{6 \times 0.01 \times \frac{1}{2} l (e + e')}{2 e m} + \frac{1}{4} s'$$

والحروف e و e' و m و l رمز للاجزاء كما في المعادلات الماضية وأما حرف
 s فهو رمز ليل الوجه الظاهر

(في سمك المحيطان الساندة للياه) *

اذا كان المطلوب تعيين سمك الحائط s الساندة للياه الذي يفرض ان ارتفاعه e
معلوم وان ارتفاع الماء m المستند عليه معلوم كذلك نفرض ان m ثقل
المتر المكعب من الماء وان m' ثقل المتر المكعب من البنيان ونفرض ان e'
معامل الثبات الذي ينحصر مقدار ما بين عددي ٢ و ٩ محدوثا كبر المقادير
فيكون القانون الذي يحسب به السمك s هو

$$s = \frac{e m \sqrt{e}}{e' m' \sqrt{e'}} \quad (1)$$

فاذا فرض في قانون (١) ان $m = e = ١٠٠٠$ كيلوجرام و $m' = ٢٠٠٠$
كيلوجرام وان $e = ٢$ فيكون السمك $s = \frac{1}{\sqrt{2}}$ (١)
ولنذكر ثلاث مسائل للايضاح فنقول

(المسألة الاولى)

ما مقدار سمك رصيف ارتفاعه m وارتفاع الماء المستند عليه m' كذلك
وثقل المتر المكعب من الماء المستند عليه ١٠٠٠ كيلوجرام وثقل المتر المكعب
من بناء الرصيف ٢٠٠٠ كيلوجرام ومعامل الثبات $e = ٢$

* (٢٥٠) *

جواب ذلك ان نضع المقادير المفروضة في قانون (١) نجد

$$م = ٦٠٠٠ م$$

ويمكن معرفة سمك السدود المصنوعة من البنيان التي أوجدها رأسية المعدة لحجز المياه لارتفاع معلوم بهذا القانون

$$م = ٨٦٥٠٠ (ع - ع) \sqrt{\frac{٧}{٢}}$$

الذي فيه ع رمز لارتفاع السد ، ع السابق من السد فوق سطح الماء ، م ثقل المتر المكعب من البنيان

* (المسألة الثانية) *

مامقدار سمك سد أوجوه رأسية معد لحجز المياه ارتفاعه ع م مبنى من مواد ثقل المتر المكعب منها ٢٢٠٠ كيلو والماء منقطع عن نهاية السد من أعلى بقدر ٥٠ م . م
جواب ذلك ان نضع في قانون (٢) عوضا عن المحروف المقادير المفروضة فيقول بالي

$$م = ٨٦٥٠٠ (٤ - ٠) \sqrt{\frac{٧}{٢}} = ٢٠٠٠٠ م$$

واما سمك حيطان المساند المصنوعة من الدبش بدون مؤنة فيساوي خمسة أرباع سمك المحيطان المعتادة المحسوبة بالطرق المتقدمة

* (المسألة الثالثة) *

المطلوب إيجاد سمك حائط ارتفاعه ٣ م مصنوع من الدبش فقط بدون مؤنة ومعدل سند كومة من التراب ارتفاعها ٣ م عين ارتفاع الحائط المذكور

جواب ذلك يقال حيث ان ع = ٣ م ، ع = ٣ م يكون $\frac{ع}{ع} = ١$ فاذا فرض ان ثقل المتر المكعب من التربة يساوي ثقل المتر المكعب من الدبش يكون $\frac{م}{م} = ١$ واذا فرض ان ف = ٦ ، يستخرج من الجدول المتقدم

$$السمك المطلوب جعله محائط معتادا باعتبار ان م = ٠ ، م = ٩٢$$

وجبت ان يكون سمك الحائط المطلوب المصنوع من الدبش

$$م = ٩٢ م \times ٢ \times \frac{٥}{٤} = ٢٣٠ م$$

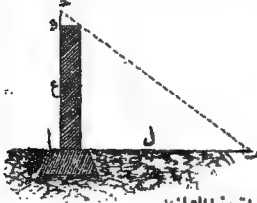
* (في)

* (٢٠١) *

* (في سمك حيطان المنازل) *

قد استدل المهندسون ونذلية بكبير من التجارب التي أجراها على أجناس كثيرة من
الاماكن على جملة قوانين يسهل بواسطتها حساب السمك المطلوب جعله لحيطان
الاماكن بحيث تقاوم تأثير القوى المختلفة المؤثرة فيها ولقد كرهنا قول

اذا كان المحل بسقف واحد كغناير التمثيل في الورش والزوايا المعدة للعبادة التي
لا عقود لها وليست مستندة على اماكن يجعل $a = l$ عرض هذا المحل



ثم يجعل $a = ع$ ارتفاع المحل

من ابتداء الأرض الى السقف

ثم يجعل نقطة c مركزا وينصف

قطر $\frac{l}{2}$ من الارتفاع يرسم

قوس m فيكون المستقيم

الافقي m هو سمك الحائط

المطلوب وبحسب سمك الحائط المذكور بواسطة هذا القانون

$$سم = \frac{l}{\sqrt{ع^2 + \frac{l^2}{4}}} \times \frac{ع}{12}$$

وأما اذا كانت حيطان هذه الاماكن مستندة على حيطان اماكن مجاورة لها أقل منها

في الارتفاع فيجعل $a = ع + ع$ أي الارتفاع الكلي زائداً فرق الارتفاعين

وحساب السمك بحسب هذا القانون

$$سم = \frac{l}{\sqrt{(ع + ع)^2 + \frac{l^2}{4}}} \times \frac{ع + ع}{12}$$

* (في سمك حيطان وجوه الاماكن) *



تعيين سمك حيطان وجوه

الاماكن التي لم تكن مستندة

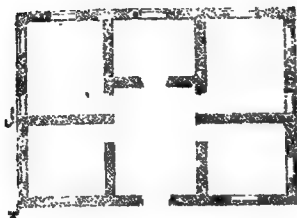
من جهة الطرق في كامل ارتفاعها

لا يعتبر فيه العرض المكان وارتفاعه

* (٢٠٢) *

فإذا كان المكان بسيطاً أي ذا محال شاملة لجميع العرض $a = l$ يتعين سمك
حيطان الوجوه بهذا القانون

$$\text{أو} \quad \text{سم} = \frac{l + ع}{٤٨} + ٠.٢٥$$



الذي فيه الحرف ع رمز لارتفاع
وأما إذا كان المكان مركباً أي متكاملاً
من جهة عرضيه يحواجه وازية
محاط الوجهة فيتمين سمك حيطان
الوجوه بهذا القانون

$$\text{أو} \quad \text{سم} = \frac{l + ع}{٤٨} + ٠.٢٥$$

(في سمك حيطان المحواجز)

لأجل معرفة سمك حيطان المحواجز يضاف إلى الطول a المترادفة من ارتفاع كل
دور ع ثم يقسم المجموع على ٣٦ ثم يضاف الخارج القسمة بعدد الأدوار ه
والقانون الذي يتعين به السمك المذكور هو

$$\text{أو} \quad \text{سم} = \frac{ع + a}{٣٦} \times ٠.١٣ + ٠.٢٥$$

* (في سمك الحيطان السويسى والبغدادى) *

إذا أريد عمل قضائيب سويسيه بدل الحيطان المعتادة يعمل سمكها نصف السمك
اللازم جعله للحيطان فإذا كانت هذه القضائيب غير طاملة سقوفا كفى لمربع
السمك المذكور

(٢٥٢)

(في المقاييس)

(في الميتر)

الميتر هو وحدة الاموال والمقاييس منسوبة اليه الآن وهو يساوي جزءا واحدا من عشرة ملايين من ربع محيط دائرة نصف النهار المحيطة بقرصنا بالارض ومقداره ٣ أقدام و ٢٩٦ و ١١ خطا

ومضاعفات الميتر هي الديكاسميتر والايكسوميتر والسكيلوميتر والميرياميتر فأما الذي يكاسميتر فمعناه عشرة أمتار والايكسوميتر معناه مائة ميتر والسكيلوميتر معناه ألف ميتر والميرياميتر معناه عشرة آلاف ميتر

وأقسام الميتر هي الديسيمتر والسنتيمتر والميليمتر فالديسيمتر معناه عشر الميتر والسنتيمتر معناه عشر عشر الميتر والميليمتر معناه عشر عشر عشر الميتر

(في مقياس السطوح)

السطوح تقاس بالميتر المربع والميتر المربع يساوي مائة ديسيمتر مربع والذي يسيمتر المربع يساوي مائة سنتيمتر مربع والسنتيمتر المربع يساوي مائة ميليمتر مربع وتقاس السطوح بالأذراع وهو ربع ضلعه عشرة أمتار ويساوي مائة فيستر مربع أو بالأكار وهو = مائة آر = ١٠٠٠٠ م^٢ وتقاس السطوح بالأذراع المجرى المربع وهو يساوي ٥٦٢٥ م^٢ والأذراع المجرى يساوي ٧٥ م^٢

وتقاس القبطان بالقصة المربعة وهي تساوي ٦٠٢٥ م^٢ والقصة طولها = ٥٥ م والقدان يساوي ٢٢٢ م^٢ وقصة مربعة وكل ثلاثة أقدنة تساوي ألف قصة والقدان = ٨٢٢٢ م^٢ و ٤٢٠٠ م^٢

(في مقياس الجبهات)

الجبهات تقاس بالميتر المكعب وهو يساوي ألف ديسيمتر مكعب والذي يسيمتر المكعب يساوي ألف سنتيمتر مكعب والسنتيمتر المكعب يساوي ألف ميليمتر مكعب

والميتر المكعب يساوي مليونان من السنتيمتر المكعب وقد تقاس الجبهات بالأذراع المجرى المكعب وهو يساوي ٤٢١٨ م^٣ والميتر المكعب يساوي ٣٧ م^٣ من الأذراع المجرى المكعب وتقاس الجسور والترع بالقصة المكعبة وهي تساوي ٤٤٨٨٨ م^٣

(٣٥٤)

(في مقارنة بعض المقاييس بالمتر)

يستعمل في بر مصر لقياس الاقشة الذراع البلدى = ٠,٥٧٨ متر

ذراع النيل = ٠,٥٤٢

الذراع القديم المعنى بالذراع الاتيني = ٠,٥٢٥٩

الهنداسة = ٠,٦٤٧

الذراع الاسلامي = ٠,٦٧

الذراع المعاري = ٠,٧٥

الباع = ١,٨٩٥

الميل الماشي = ١٠٠٠ ذراع معاري = ٧٥٠

الفرسخ = ٣ أميال هاشمية = ٢٢٥٠

البريد = ٤ فراسخ = ٩٠٠٠

القدم الفرنسي = ٠,٣٢٤٧

القدم الانكليزي = ٠,٣٠٤٧

القدم النمساوي = ٠,٣١٦

قدم روسيا = ٠,٣٥٤١

قدم الصين = ٠,٣٢٠٠

القدم العثماني = ٠,٣٧٩

البارده = ٠,٩١٤١

طول محيط الدائرة الجائبة الارضية = ٤٠٠٠٠٠٠٠

طول الدرجة الارضية = ٢٥ فرساجيرا = ١١١١١١

الفرسخ البري = ٤٤٤٤

الميل البري = ٤٨١٤

الدرجة الارضية = ٢٠ فرساجيرا

والفرسخ البحري = ٥٥٥٥

الميل البحري = ١٨٥١

(في الميكانيك)

المحبوب تقدر بالاردب وهو ينقسم الى ستة وبيسات والوية تساوي كيلتين والكيلة تساوي

(٣٠٠)

تساوي ربعين والرابع تساوي ملوتين والمائة تساوي قدحين فالاردب يساوي
سنة وتسعين قدحا والقدح ينقسم الى نصف وربع وبمقارنة الاردب واجزائه بالليتر
المكعب وبالليتر يكون

ليتر	٣
الاردب	$18260 = 18260$
الوسه	$3044 = 3044$
الكيلة	$1022 = 1022$
الرابع	$761 = 761$
المائة	$280 = 280$
القدح	$190 = 190$

والمستر المكعب يساوي ١٥ قربة ما باتفاق جمعية تقسيم المياه بالمحروسة
وامتداد القربة هو

متر مكعب	طول	عرض	سمك
٠,٦٦٦٦	٠,٤١٥٦	٠,٤	٠,٤

ويستعمل في بر مصر الكيل بالرطل الصغير لتقدير المائعات بدل الوزن بالصنج والرطل
عبارة عن مل اسطوانة من الصنج امتدادها
متر مكعب و قطرها و ارتفاعها

٠,٠٠٤٨٦	٠,٠٧٥	٠,١١
---------	-------	------

ومل هذه الاسطوانة من الزيت يكافئ رطلا واحدا والرطل يساوي ١٢ أوقية
والاوقية = ١٢ درهما ويستعمل لاجزاء الرطل اسطوانات مقسدة ابعدها ١ أو ٢
أو ٣ أو ٤ أو ٦ أوقيات

ومما ادبر ابعاد هذه الاسطوانات تستخرج بهذا القانون

$$C = 423 \text{ و } 9 \text{ نقي}^2$$

المفروض فيه ان حرف ح رمز حجم الاسطوانة و نقي رمز نصف قطرها وان
ارتفاعها عادة يصعلونه قدر نصف قطرها ثلاث مرات

(مثال ذلك)

اذا كان المراد انشاء نصف رطل صغير لكيل الزيت يقال ان حجم

(٢٥٦)

$\frac{1}{4}$ الرطل = ٢٤٣.٠٠٠ م^٣ وبوضعا هذا المقدار في القانون المذكور نجد

أو $٩,٤٢٣ م^٣ = ٢٤٣.٠٠٠ م^٣$

نقى = ٢٩٥.٠٠٠ م

وحينئذ يكون قطرا سطوانة نصف رطل الزيت المراد انشاؤه يساوى ٥٩.٠٥٩ م

وارتفاعها ٠.٨٨٥ م وقس على ذلك

(في الموازين)

(في الجرام)

الجرام هو ثقل ستيقتر من الماء المقطر في درجة حرارة أربعة بالمتر ومتر

المائتين وعند الفرساوية يستعمل وحدة للموازين

وهذه هي الأليكاجرام أى عشرة جرامات والليبيجرام أى مائة جرام

والكيلوجرام أى ألف جرام وأقسامه هي الليبيجرام أى عشرة الجرام والستيجرام

أى عشرة الجرام والليبيجرام أى عشرة عشرة الجرام وكل مائة كيلوجرام

يقال له القطار الميترى وكل ألف كيلوجرام تعادل طونيلاته وتعادل ثقل ميتر

من الماء المقطر في الدرجة المذكورة

والموازين القديمة عندهم هي

القطار = ١٠٠ رطل

الرطل = ١٦ أوقية

والأوقية = ٨ دراهم

والدراهم = ٧٢ حبة وبمقارنة الموازين المذكورة بالجرام يكون

الرطل = ٤٨٩٥.٠ كيلوجرام

والأوقية = ٣٠٠.٥ جرام

والدراهم = ٣,٨٢ جرام

والحبة = ٥٣.٠ جرام

رطل

٢,٥٤٢٩ = ١ كيلوجرام

(في مقارنة الموازين المصرية بالجرام)

جرام

= ٤٨٨٢.٥

القميصة أو الحجة

القيراط

(٢٥٧)

جرام

القيراط = ٤ حبات = ٥,١٩٥٣١

الدرهم المصري = ١٦ قيراطا = ٣,١٢٥

المتقال = درهما ونصفا = ٢٤ قيراطا = ٤,٦٨٧٥

الأوقية = ١٢ درهما = ٣٧,٥٠٠

الرطل = ١٤٤ درهما = ١٢ أوقية = ٤٥٠,٠٠

القنطار = ١٠٠ رطل = ٣٦ أفة = ٤٥٠٠٠ = ٤٩ كيلوجرام

الاقه = ٤٠٠ درهم = ١٢٥٠ = ١,٢٥٠ كيلوجرام

القنطار الاسكندراني = ١١٢ أفة = ١٤٠ كيلوجرام

(في الاتقال النوعية)

اعلم انه اذا غمر جسم في مائع لا يخلو من ثلاث حالات الاولى أن يكون ثقل المائع المذوف أقل من ثقل الجسم وفي هذه الحالة يستقر الجسم ويكون في قاع آنية المائع الحالة الثانية أن يكون ثقل المائع مساويا لثقل الجسم الغمرور وفي هذه الحالة يكون الجسم معلقا في جوف المائع الحالة الثالثة أن يكون ثقل المائع المذوف أكبر من ثقل الجسم وفي هذه الحالة يكون الجسم فوق سطح المائع طافيا مع ثقل جسمه في المائع وفي هذه الحالة يكون ثقل جسم المائع المذوف يساوي ثقل الجسم بتمامه والثقل النوعي للجسم هو النسبة السكائية بين ثقل هذا الجسم وبين ثقل حجم الماء المساوي لحجم الجسم المذكور وذلك بالنسبة للماء المقطر في درجة ٤ + .

فاذا رزنا بحرف ρ لثقل جسم حجمه V وبحرف ρ' لثقل الماء الذي يحجمه V وبحرف γ لثقل النوعي للجسم فيكون

$$\gamma = \frac{\rho}{\rho'}$$

وحيث ان الثقل النوعي لجسم هو ثقل وحدة حجم هذا الجسم فبناء عليه يكون ثقل الجسم مينا بهذا القانون $\gamma \times V = \rho$

فاذا اعتبرنا الجسم في هذا القانون بالاستتير المكعب يكون ثقل الجسم المتحصل جرامات واذا اعتبرنا الجسم بالديسيتر المكعب يكون الثقل المتحصل كيلوجرامات واذا اعتبرنا الجسم بالامبار المكعبة يعتبر الثقل هليارال كيلوجرامات وأما الثقل النوعي الداخلى

(٣٠٨)

في القانون المذكور وفيه وكية ثابتة لا تتغير بأي اعتبار من الاعتبارات المتقدمة ولنتمثل لذلك بأمثله ستة فنقول

(المسألة الأولى)

قطعة من معطن ترزن في الهواء ٧,٢٣٤ جرامات وفي الماء ٤,٥٢٣ جرامات والمطلوب معرفة الثقل النوعي للقطعة المذكورة

جواب ذلك أن يقال إن

ثقل القطعة في الهواء = ٧,٢٣٤ جرام
ثقل القطعة في الماء = ٤,٥٢٣ فيكون

بـ

ثقل الماء المذوف = ٢,٧١١

وحيث يكون الثقل النوعي للقطعة = $\frac{٧,٢٣٤}{٢,٧١١} = ٢,٦٦$

(المسألة الثانية)

إذا كان المطلوب معرفة الثقل النوعي لمائع رز و بالنسبة للماء

يقال إن ثقل القطعة المتقدمة في الهواء = ٧,٢٣٤ جرام
وثقل القطعة في المائع = ٥,٤١٧

بـ

فيكون ثقل المائع و المذوف = ١,٨١٧ جرام

وحيث يكون الثقل النوعي للمائع و = $\frac{١,٨١٧}{٢,٧١١} = ٠,٦٧$

(المسألة الثالثة)

إذا كان المطلوب معرفة الثقل النوعي للزيت بالنسبة للماء

يقال إن ثقل القطعة المتقدمة في الهواء = ٧,٢٣٤ جرام

وثقل القطعة المذكورة في الزيت مثلاً = ٣,٢١٥

بـ

فيكون ثقل الزيت المذوف = ٤,٠١٩

وحيث يكون الثقل النوعي للزيت = $\frac{٤,٠١٩}{٢,٧١١} = ١,٤٨$ على حسب

الغروض المذكورة

(المسألة)

(٣٠٩)

(المسألة الرابعة)

إذا ضاع من ثقل جسم في الهواء ٧ جرامات فما المقدار الذي يضيع من ثقله في حمض الكرونيك الذي ثقله النوعي ٠٠٢٤٤ وفي الأيدرو وجين الذي ثقله النوعي

٠٠٦٩

الجواب أن يقال أنه كلما زاد مقدار الثقل النوعي للغاز يزداد مقدار الضائع من ثقل الجسم المغمور في الغاز المذكور وكذلك إذا كان الثقل النوعي للغاز أكبر من الثقل النوعي للمواد مرتين أو ثلاثة أو أكثر فالمقدار الضائع في الغاز يكون أكبر من المقدار الضائع في المواد مرتين أو ثلاثة أو أكثر فينفذ يتحصل على المقدار الضائع من ثقل الجسم المغمور في الغاز بضرب المقدار الضائع في المواد في الثقل النوعي للغاز المذكور ونبناء على ذلك يكون المقدار الضائع من الجسم المغمور في حمض الكرونيك هو

جرام جرام

$$١٠٠٢٤٤ \times ٧ = ٠٠٦٦٨$$

ويكون المقدار الضائع من الجسم المغمور في غاز الأيدرو وجين هو

جرام جرام

$$٠٠٦٩ \times ٧ = ٠٠٤٨٣$$

(المسألة الخامسة)

مكعب يحوي من نحاس ضلعه ٠٠٠٠٠ ووزنه ١٠٢ جرام مثقل بكرة من رصاص نصف قطرها ٠٠٠٠٠ والثقل النوعي للرصاص ١١٣٠٢ ويقع

المجموع بقسامه في محلول ملحي صارت وازنه فما يكون الثقل النوعي لهذا المحلول

جواب ذلك أن يقال يجب أن المجموع توازن في المحلول وغطس فيه بقسامه فيكون

وزن المكعب + وزن الكرة = وزن المائع المذوف (١)

ومن تكون وزن المكعب = ١٠٢ جراما ووزن الكرة = $(\frac{4}{3} \times \pi \times ١)$

١١٣٠٢

ووزن المائع المذوف = $(\frac{4}{3} \times \pi \times ١ + ٣٠)$ سم فيقول قانون (١) إلى

$$١٠٢ + \frac{4}{3} \times \pi \times ١ = ١١٣٠٢ \times \frac{4}{3} \times \pi \times ١$$

ومنه يستخرج سم = ١٠٧٠

(٢٦٠)

(السألة السادسة)

اسطوانة من خشب الزان الذي ثقله النوعى ٨٥٢ و. طافية على الماء واقعية الوضع والمراد معرفة النسبة الكائنة بين حجم جزئها المغمور وجزئها الغير المغمور
جواب ذلك ان يقال حيث ان ارتفاع الجسمين ρ مشترك في الاسطوانة تكون النسبة بينهما كالنسبة بين قاعدتيهما ρ و ρ

ولاجل البصحة عن النسبة الكائنة بين القاعدتين المذكورتين يقال حيث ان الاسطوانة طافية فوزن الماء المحذوف = وزن الاسطوانة بقامها وحيث ان وزن الماء المحذوف = ρ ووزن الاسطوانة = $(\rho + \rho) \rho$ فيكون $\rho = \rho (\rho + \rho)$ ويكون

$$\frac{\rho}{\rho} = \frac{\rho - 1}{\rho} = \frac{852 - 1}{852} = \frac{1}{173} \quad \text{ومن ذلك ينتج}$$

$$\rho = 173, \rho$$

(جدول تبين الانتقال النوعية للأجسام الجامدة)

(يحمل الثقل النوعى للماء واحدا)

انتقال نوعية

أسماء الاجسام

٢٢,٠٦٩

بلاطين مصفح

٢١,٠٤١٧

بلاطين سلوك

٢٠,٣٣٦٦

بلاطين مطروق

١٩,٤٦١٧

ذهب مطروق

١٩,٤٨٨

ذهب مسبوك

١٣,٥٦٨

زئبق

١١,٣٥٢

رصاص مسبوك

١٠,٤٧٦٣

فضة مسبوكة

١٠,١٧٥٢

فضة عيار $\frac{1000}{1000}$ مسبوكة

١٠,٣٧٦٥

فضة شريحة مطروقة

١٠,٠٤٧٦

فضة عيار العملة المسبوكة

١٠,٥١٠٧

فضة صافية مطروقة

* (۳۶۱) *

انقال نوعية	امساء الاجسام
۸,۸۷۸۰	نحاس سلوك
۸,۷۸۸	نحاس احر مسبك
۸,۳۰۸	زرنج
۸,۳۹۰	نحاس اصفر
۷,۷۸۸	حديد مطروق قضبان
۷,۲۱۹۴	قصدير مسبك
۷,۲۰۷۰	حديد مسبك
۶,۸۷۱	خارصين من ۸۶۱ الى
۴,۲۸۳۳	ياقوت اهر مشرقى
۳,۹۹۴۱	ياقوت ازرق مشرقى
۳,۱۳۰۸	ياقوت ازرق برزىل
۴,۰۱۰۷	ياقوت اصفر مشرقى
۳,۰۴۴	ياقوت اصفر سكساوى
۳,۰۴۸۹	زمرد ازرق مخضر
۳,۰۲	الماس
۳,۳۲۹۳	بلور فلند كلاس انكليزى
۲,۸۳۷۶	رخام يزو
۲,۷۷۰۰	زمرد اخضر
۲,۸۰۳۰	اردواز
۲,۷۱۸۲	كربونات الجير
۲,۴۸۸۲	زجاج سنت كوين
۲,۳۸۴۷	صيني بلاد الصين
۲,۳۱۷۷	كبريتات الجير بلور

(٣٦٢)

أشغال نوعية	أسماء الاجسام
٢٠٤٥٧	صيني مدينة سيقر
٢٠٣٣٢	كبريت صاف
٢٠٩١٧	عاج
١٠٩٣٠	ارجيل أى الطغل
١٠٠٧٨	كهرباء أو كارد
٠٠٩٣	ثلج
٠٠٢٤	خشب الفلين
١٠٣١٠	خشب البقم
٠٠٩١٢	خشب يقش فرنساوى
١٠٣٢٨	خشب شرجه من هولانده
٠٠٩١٣	يقم ورمز أمريكا للصبغة السوداء
٠٠٩٩٦	خشب شربين
٠٠٧١٥	خشب شجر السكرز
٠٠٧٤	خشب البالوط جاف
٠٠٨٥	خشب البالوط أخضر
٠٠٦٤٤	خشب السمرو
١٠٣٣١	شجر الابنوس من أمريكا
١٠٢٠	شرجه من الهند
٠٠٨٤٥	شجر ديش بوناق أو شجر لسان العصفير
١٠٣٣٣	خشب الانيا
١٠٣٥٤	خشب الرمان
٠٠٨٤٢	خشب الزان
٠٠٩٤٤	شجر الثملا

(٣٦٣)

أشكال نوعية	أسماء الاجسام
٠٠٦٧١	خشب الجوز
٠٠٧٠٥	خشب البرتقال
٠٠٦٧١	خشب الورد أو قره اغاج
٠٠٣٢٩	شجر حور أبيض
٠٠٣٨٣	خشب حور معناد
٠٠٧٩٣	خشب التفاح
٠٠٧٨٥	خشب البرقوق
٠٠٤٩٨	خشب التنوب أو الزانج الاتي
٠٠٥٥٠	شرحه ذكر
٠٠٦٥٧	شرحه أحر
٠٠٤٨٢	خشب السافراس
٠٠٥٨٥	خشب الصفصاف
٠٠٦٥٩	خشب التبق أو اليلسان
٠٠٦٠٤	خشب السوسن أو الزيزفون
٠٠٦٦١	خشب الكثرى
١٠٣٢٧	خشب شجر العنب
٠٠٩٩٦	الكافور الأبيض
٠٠٩٦٨٦	شمع أبيض عسل أو كافوري
٠٠٩٧٤٨	شمع أصفر عسل
١٠٠٣٥	دقيق القمح الخاص في أعلى درجة
١٠٨٧	بناء بالطوب
٢٠٢٥	بناء بالديش
١٠٤٥	بناء بالحجر الجاف

• (٢٦٤) •

أسماء الاجسام	أسماء النوعية
مرمر	٢,٧٤
لؤلؤ معتاد	٢,٧٥
لؤلؤ مشرق	٢,٦٨٤
حجر خفاف	٠,٩١٤٥
بارودا محروب	٠,٨٥٨
رمل	١,٣٤٣
رمل الانهر	١,٨٨

• (جدول يتضمن الانتقال النوعية للامعات والغازات) •

(يفرض ان الثقل النوعي للماء واحد)

الماء المقطر	١,٠٠٠
الالكول	٠,٧١٩
الاميناك أوروخ النوشادر	٠,٨٩٧
جص الكاوايدريك	١,١٩٤
جص التريك	١,٢٧١٥
جص الكبريتيك في درجة ٦٦	١,٨٤٠٢
ماء البحر المسالخ	١,٠٢٦
العرق في درجة ١٨	٠,٩٤٧٧
شرحه في درجة ١٩	٠,٩٤١٦
شرحه في درجة ٢٢	٠,٩٢٣٦
روح العرق في درجة ٣٣	٠,٨٦٣٢
شرحه في درجة ٣٦	٠,٨٤٨
زيت الترمينينا	٠,٨٦٩٧
زيت الفوزا المحلو	٠,٩١٧

أسماء

* (٢٦٠) *

أشغال نوعية

٠٠٩٤٠٣

٠٠٩١٩٤

٠٠٩٢٢٧

٠٠٩١٠٨

٠٠٩٢٨٨

١٠٠٣٠٠٠

١٠٠٤٠٩

١٠٠٣٤١

١٠٠٢٠٣

١٠٠٣٤٦

١٠٠٣٢٤

١٠٤٠٠٠

١٠٠١٩٠

٠٠٩٩٣٩

٠٠٩٢١٥

٠٠٩٦٢٠

١٠٠٣٠٠

٠٠٩٩٧٧

٠٠٠٠١٢٩٩

٠٠٠١١٢٠٥

٠٠٠٠٤٢٠٩

٠٠٠٠٢٠٩٦

٠٠٠٠١٤٣٣

أسماء الأجسام

زيت الكان

زيت السلم

زيت الجوز

زيت الزيتون

زيت الخشخاش أو أبو النوم

لبن الحمارة

لبن الغنم

لبن المعز

لبن المرأة

لبن الفرس

لبن البقرة

عسل نحل

نحل

نيلد بورهو

نيلد بورجونيا

نيلد شانيانيا

نيلد مادير

نيلد بورنو

الهواء المحوى

بخار البود

كلور

بخار الالكول

غاز الاوكسين

* (٢٦٦) *

أسماء الاجسام	أنتال نوعية
غاز الازوت	٠,٠٠١٢٦٨
غاز اوكسيد الكربون	٠,٠٠١٢٤٣
بخار الماء	٠,٠٠٠٨١١
غاز الايدروجين	٠,٠٠٠٦٨٨٤

* (في تحويل المقاييس الى بعضها) *

(في كيفية تحويل الاذرع الى أمتار وعكسه)

إذا كان المطلوب تحويل عدد من أذرع أى نوع الى أمتار فنضرب عدد الاذرع في مقدار وحدته بالنسبة الى المتر فيحصل المطلوب

مثلا لتحويل ٤٠ ذراعا معياريا الى أمتار فنضرب $٤٠ \times ٠,٧٥$ م فيحصل $٣٠,٠$ م أو نضف نصف الاذرع الى ربعها فيحصل عدد الامتار المطلوب وأما إذا كان المطلوب تحويل عدد من الامتار الى أذرع أى نوع فنقسم عدد الامتار على مقدار الذراع بالنسبة للمتر

مثلا لتحويل ٣٠ م الى أذرع معيارية نقسم ٣٠ م على $٠,٧٥$ م فيحصل ٤٠ ذراعا معياريا أو نضف على الامتار المعلومة ثلثها فيحصل عدد الاذرع

(في تحويل الاذرع المعازية المربعة الى أمتار مربعة وعكسه)

لتحويل عدد الاذرع المعيارية المربعة الى أمتار مربعة فنضرب العدد المعطى في $٠,٥٦٢٥$ فيحصل المطلوب

فلتحويل ٤٠ ذراعا معياريا مربعا الى أمتار مربعة فنضرب $٤٠ \times ٠,٥٦٢٥$ م فيحصل $٢٢,٥$ م أو يؤخذ $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{4}$ الاذرع المربعة المعلومة وما ينتج يؤخذ نصفه وربعه فيحصل عدد الامتار المربعة المطلوب

وبالعكس لتحويل $٢٢,٥$ م الى أذرع معيارية مربعة نقسم $٢٢,٥$ م على $٠,٥٦٢٥$ م فيحصل ٤٠ ذراعا معياريا مربعا أو نضف الى الامتار المربعة

المعلومة

(٣٦٧)

المعلومة ثلثها وما نتج يضم اليه ثلثه فيحصل عدد الأذرع المربعة المطلوبة
(في تحويل الأذرع المعمارية المكعبة إلى أمتار مكعبة وعكسه)
لتحويل عدد من الأذرع المعمارية المكعبة إلى أمتار مكعبة نضرب العدد المعطى
في ٤٢١٨٧٥ م. يحدث المطلوب
فلتحويل ١٦٠٠ ذراع مكعب إلى أمتار مكعبة نضرب ١٦٠٠ × ٤٢١٨٧٥ م.
يحدث ٦٧٥ م^٣
أو يؤخذ نصف ذراع الأذرع المعلومة وما نتج يؤخذ نصفه ويربعه ثم ما نتج يؤخذ
نصفه ويربعه فيكون الناتج الأخير هو عدد الأمتار المكعبة المطلوبة
وبالعكس لتحويل ٦٧٥ م^٣ إلى أذرع معمارية مكعبة نقسم ٦٧٥ م^٣ على
٤٢١٨٧٥ م. يحدث ١٦٠٠ ذراع معماري مكعب أو أن يضم إلى الأمتار
المعلومة ثلثها والحاصل يضم اليه ثلثه ثم الحاصل يضم اليه ثلثه فيكون الناتج الأخير هو
عدد الأذرع المكعبة

(في تحويل الفدان إلى أذرع معمارية)

لتحويل الفدان إلى أذرع نضرب الفدان وهو ٨٢٢٣ م × ٤٢٠٠ م × ١٧٧٧٧ م.
فيحدث

الفدان = ١٤٨٠٨٨ م × ٧٤٦٨ م ذراع مربع

أو نقسم الفدان وهو ٨٢٢٣ م × ٤٢٠٠ م على ٠٠٦٢٥ م. فيحدث

الفدان = ١٤٨٠٨٨ م × ٧٤٦٨ م ذراع مربع

(في تحويل الأقسام المكعبة إلى أمتار مكعبة وعكسه)

لتحويل الأقسام المكعبة إلى أمتار مكعبة نضرب الأقسام المكعبة في ٤٤٥٧٣٨٨٧ م.

مثلاً لتحويل ٢٠٠٠٠ قسبة مكعبة إلى أمتار مكعبة نضرب ٢٠٠٠٠ ×

٤٤٥٧٣٨٨٧ م. فيحدث ٨٧٥١٨٤٧١٨٧٥ م^٣

وبالعكس لتحويل الأمتار المكعبة إلى أقسام مكعبة نقسم الأمتار المكعبة على

٤٤٥٧٣٨٨٧ م

•(٢٦٨)•

مثلاً لتحويل ٨٧٥، ١١١٨٤٧١ م^٢ الى أقصاب مصكبة تقسم ٨٧٥
 ، ١١١٨٤٧١ على ٤٤٤، ٧٢٨٨٢ م^٣ فيصت ٢٥٠٠٠ قسبة مكعبة
 (في تحويل الامتار المربعة الى أقصاب مربعة وعكسه)
 لتحويل الامتار المربعة الى أقصاب مربعة تقسم الامتار المربعة على عدد الامتار
 الموجودة في القسبة المربعة أى على ١٢، ٦٠٢٥ م^٢
 مثلاً لتحويل ٢٣١٥، ٠٦٢٥ م^٢ الى أقصاب مربعة تقسم ٢٣١٥، ٠٦٢٥ م^٢ على
 ١٢، ٦٠٢٥ فيصت ٢٥ قسبة مربعة
 وبالعكس لتحويل الاقصاب المربعة الى امتار مربعة نضرب الاقصاب المربعة
 في ١٢، ٦٠٢٥

(في تحويل الارطال الى أقق وعكسه)

لتحويل الارطال الى أقق نضرب الارطال المعسومة في الرطل الواحد وهو ٣٦، ٣٦
 يحدث المطلوب

فلتحويل ٧٥ رطلاً مثلاً الى أقق نضرب ٣٦، ٣٦ × ٧٥ فيصت ٢٧ أقق
 وأما لتحويل الاقق الى أرطال فنقسم الاقق على الرطل ٣٦، ٣٦
 فلتحويل ٢٧ أقق الى أرطال نقسم ٢٧ على ٣٦، ٣٦ فيصت ٧٥ رطلاً
 (في تحويل الدراهم الى أرطال وعكسه)

لأجل تحويل الدراهم الى أرطال نقسم الدراهم على ١٤٤
 فلتحويل ١٢٢٤٠ درهماً الى أرطال نقسم ١٢٢٤٠ على ١٤٤ فيصت
 ٨٥ رطلاً

وأما لتحويل الارطال الى دراهم فنضرب الارطال في ١٤٤ يحدث المطلوب
 فلتحويل ٨٥ رطلاً الى دراهم نضرب ٨٥ × ١٤٤ فيصت ١٢٢٤٠ درهماً
 (في تحويل الدراهم الى أقق وعكسه)

لتحويل الدراهم الى أقق نقسم عدد الدراهم على ٤٠٠
 مثلاً لتحويل ١٤٤٠٠ درهم الى أقق نقسم ١٤٤٠٠ على ٤٠٠ فيصت
 ٣٦ أقق

وأما لتحويل الاقق الى دراهم فنضرب الاقق في ٤٠٠ فيصت المطلوب

	اصناف عدد	ذراع	
		قنطار	مكة ربيع
بناء بالدبش والطوب ويمكن اقل او اكثر من ذلك	٠٠	١٠٥٠	٠٠
بناء بمجملات المياه كالقنطار والابار والمحيسان وغيرها	٠٠	٠٢	٠٠
بياض قشره	٠٠	٠٨	٢٠٠
خافق	٠٠	٢٥	١٠٠
بياض بطانه وظهاره	٠٠	١٠	١٠٠
بياض بطانه وظهاره بالبغدادى	٠٠	١٢	١٠٠
بياض باول رفر	٠٠	١٠	١٠٠
بياض بنافى رفر	٠٠	١٢٥	١٠٠
بريقة بأعلى الانحناخ	٠٠	١١	١٠٠
بريقة بأعلى الترميص بدون لياسة	٠٠	١٠	١٠٠
بريقة بأعلى الترميص محفظة	٠٠	٠٩	١٠٠
بريقة بأعلى اللباسة	٠٠	٠٨	١٠٠
بياض قشرة لنقش أول دهنة	٠٠	١٦	١٠٠
شرحه ثلثي دهنة	٠٠	٢٠	١٠٠
شرحه ثالث دهنة بأعلى البغدادى	٠٠	٢٣	١٠٠
اصق رخام باول ارضية	٠٠	٢٥	١٠٠
طلاء بالمجرى السلطاني	٠٠	٠٢	١٠٠
حجر بناء وتنكيس بمجرى الرطوبة أو سبك وكحلة	١٠٠	١٥	٠٠
وسقيه ليلاني			
حجر بلاط من طول ١٦ قيراطا لصق وسقيه	١٠٠	١٢	٠٠
بلاط تربيعة من طول ذراع لصق وسقيه	١٠٠	٢٧	٠٠
حجر بسط في بناء الاكاف	١٠٠	١٠	٠٠
بناء عتبة باب ودسته من طول ذراعين	١٠٠	٠١	٠٠

• ما ينقص الذراع المربع في البياض ولصق الاحجار والرخام من المجلس •

اصناف عدد	مربع ذراع جيب أردب	مربع ذراع
حجر آلة سادسك وكله وسقيه نواحي	١٠٠	٥٠٠
حجر دستورسك وكله وسقيه ملين الحجر وتحييدس عروة العقودات	١٠٠	٧٠٠
حجر ربط بنامبالا كاف	١٠٠	٥٠٠
حجر دستور بنامبالا كاف وسبك وكله وسقيه بالبالى	١٠٠	٧٠٠
حجر آلة وزاوية بنامبالا كاف وكله وسقيه بالبالى	١٠٠	٧٠٠
حجر سبك وكله	١٠٠	٤٠٠
تسنية باب طولها ذراعان	٠٠١	١٠٠
بلاطة فراني لصق خلاف الطين بأول أرضية	١٠٠	٠٢٥٠٠
بلاطة فراني لصق ثنائي أرضية خلاف الطين	١٠٠	٠٣٥٠٠
طريقة طولها ذراعان	٠٠١	٠٢٣٠٠
بلاطة ترسعة طولها ذراع لصق بأول أرضية بعد وضع الطين	١٠٠	١١٢٠٠
ترسعة كاملة ثنائي أرضية	١٠٠	١٥٧٥٠
رخامة لصق بالوزرة بالحيطان من الترابيع التي طولها من $\frac{1}{3}$ ترسعة و $\frac{1}{3}$ ترسعة و $\frac{1}{3}$ ترسعة	١٠٠	١٥٠٠
بياض قشرة	٠٠	٤١٠٠
بياض بطانة وظهارة	٠٠	٥١٠٠
بياض بأعلى البغدادلى	٠٠	٦١٠٠
بياض بالزفر	٠٠	١٠١٠٠
برقة بأعلى الانقاخ	٠٠	٧١٠٠
برقة بأعلى الترسيع بدون لباسة	٠٠	٦١٠٠
برقة بأعلى تحفيظ الترسيع	٠٠	٥١٠٠
برقة على اللباسة	٠٠	٤١٠٠

* (ما يخص الذراع من الطين المحاو) *

تقدير صنف الطين المحاو والقصر مل يحمل الحمار باعتبارهم مقطعين والمقطف ملأوه
ربع مصرى فيكون جل الحمار كيلة مصرى

	اصناف عدد	طين جل	ذراع	
			مربع	مكعب
بناء المجدار	٥٥	٠٦	٠٠	٠١
بناء بأعلى المجدار والترصيص بمنزل ذلك	٥٥	٠٢	٠٠	٠١
حجر ترصيصه طول الواحدة ثلثا ذراع	١٠٥	٢٧	٠٠	٠٠
حجر ترصيصه طول الواحدة ذراع	١٥٥	٦١	٠٠	٠٠
بلاط فرافى بأول أرضية	١٥٥	١٢	٠٠	٠٠
بلاط ترصيصه بأول أرضية طول الواحدة ذراع	١٥٥	٥٤	٠٠	٠٠
كحله	٥٥	١٥٥	٠٠	١٥٥

* (ما يخص الذراع من القصر مل) *

	قصر مل جل	ذراع	
		مربع	مكعب
بناء بأعلى المجدار والترصيص بمنزل ذلك	٥٤	٠٠	٠١
بريقة	٢٥	٠٠	١٥٥
كحله	٢٥	٠٠	١٥٥

* (ما يخص الذراع المربع من دق الكنان) *

ذراع مربعه	دق كنان رطل	
١٠٠	١٢٥	بياض قشوره
١٠٠	٢٥	بياض بطانه ونهااره ويمثله التقطيب
١٠٠	٣٠	بياض بأعلى البغدادي
١٠٠	٥٠	بياض بالزمل
١٠٠	٣٠	بريقه بأعلى الانجناخ
١٠٠	٢٠	بريقه بأعلى الترميص بدون لباسه
١٠٠	١٥	بريقه بأعلى تحفيظ الترميص
١٠٠	١٢٥	بريقه بأعلى القياسه

* (ما يخص الذراع من الزلط والزيت المحارزوم الخافقي) *

ذراع مربع	زلط رطل	زيت حار رطل
١٠٠	١	١٠

* (ما يخص الذراع المكعب من الدبش) *

ذراع مكعب	دبش قنطار	
١	١١	في بناء عمارات الخافقه من جبل النبر
١	١١	في بناء عمارات المحروسة من جبل الجيموش
١	١٢	شرحه من جبل اترالني ومن جبل طره
١	١٢٥	شرحه من طريق قلعة الجبل

* (ما يخص الذراع المكعب من الطوب التي والآجر والطوب الاصولي والطين الاصولي) *

ذراع مكعب	طوبه عدد	طين قنطار
١	٤٠٠	٠٠
١	$٣٣٣ + \frac{1}{3}$	٠٠
١	٢٥٠	٠٠
١	٢٠٠	٠٠
١	٢٠٠	٠٠
١	١٩٠	٠٠
١	٠	٠٦

* (ما يخص الذراع من المحروسة) *

ذراع	اودب اصناف		مكعب
	مربع	عدد	
٠	١٠٠	٠	٠
١	٠٠	٢٠٤	٠
١٠٠	٠٠	٢٧	٠
٠٠	٣	١٠٠	٠

* (مقدار ما يخص القنطار من سبك الرصاص) *

رصاص	قصدير	فلونيه
قنطار	طنل	طنل
١	٢	٠٣٣

* (مقدار شغل البناء في اليوم الواحد من الأذرع) *

	اصناف	ذراع	
		مكعب	ربع
	عدد	عدد	عدد
بناء في الجدار بالدبش	٠٠	١	٠٠
بناء بأعلى الجدار بأول أرضية	٠٠	١	٠٠
بناء بالأجر بحيطان الدور الأرضي	٠٠	١	٠٠
بناء بالدبش في الحيطان التي من عرض ٠.٥ الى ٠.٦٦	٠٠	١	٠٠
ترصيص ولياسة	٠٠	١	٦.٢٥
بناء بالأجر في الحيطان التي من عرض ٠.٥ الى ٠.٦٦	٠٠	١	٠٠
بناء بالأجر بالطيب التي من عرض ٠.٢٥ الى ٠.٥	٠٠	١	٠٠
شرحه التي بها فوارغ	٠٠	١	٠٠
بناء بالأجر والدبش بحيطان وفساتي وخيشاقي معمل	٠٠	١	٠٠
البارود وكل عشرة بتائن يخصصهم ثمر بناء للوزن			
بالتيرزي			
بناء بالطوب التي بهارات الخناقة بالحيطان التي	٠٠	١	٠٠
عرضها ذراع			
كله	٠٠	١	١٠٠
حجر آلة وزاوية	٢٠	١	٠٠
حجر يسط بالأكاف	٢٠	١	٠٠
حجر دستوبيا الأكاف	١٦	١	٠٠
حجر مغرغ بالأبواب والشبابيك	١٥	١	٠٠
شيق طرد ٢ أو طرد ٤ أو عرق شام أو برطوم	٣٠	١	٠٠
ترص بالاسقف			
شيق طرد ٦ ترص بالاسقف	٢٠	١	٠٠
شيق طرد ٨ أو برطوم ثلثا بالدينار ترص بالاسقف	١٥	١	٠٠
بلطة سقاه أو برطوم بالدينار كامل ترص بالاسقف	١٠	١	٠٠
كتلة شرحة	١٥	١	٠٠
عتب من بلطة أو برطوم أو كتلة طوله ساذرعا من شرحة	٠٥	١	٠٠

* (مقدار شغل المبيض في اليوم من الانزع المربعة) *

	ذراع	مربع	مبيض
خافق	٧	١	١
شرح	٦	١	١
خافق بمحضان ونساق عمل البارود	٥	١	١
خافق بأفخاد وحضان عمل البارود وغيره	٤	١	١
بياض قنبره	٢٣	١	١
بياض بطانه وظهاره فوق البغدادي	٢٥	١	١
بريقه بالاسقف	٢٣	١	١
بياض بالرقف	١٥	١	١
بياض من القنبره جيس	١٥	١	١
بياض دهان شرحه	٢٥	١	١
بياض دهان بأعلى البغدادي	١٢	١	١
بياض بالمل	٥٥	١	١
تقطيب	٢٥	١	١

* (مقدار شغل الصان في اليوم) *

	اجار	نحات
اجار زاويه	٦	١
اجار آله	٨	١
جر دستور أو حيران أو ثلاثة بحسب ملاية الاجار	١	١
جر محالي	٥٥	١
اجار ترينه	٦	١
حيران مفرغان لاشبايك	٢	١
حجر مفرغ الابواب	١	١
حجر محالي أو حيران أو حجر ونصف	١	١

(تابع معدلات المخرقة)
 * (مقدار شغل القزام في اليوم) *

ذراع مكعب	قزام مكعب
٤	١
٢٥	١

هدم بعمل البارود
 هدم بالابنية واكثر من ذلك في العرقة

* (مقدار شغل القاذف في اليوم بفتح جدر مختلفة الارتفاع) *

نفر مكعب	ذراع مكعب	ارتفاع ذراع
١	٦	١
١	٥	٢
١	٤	٣
١	٣	٤
١	٢	٥

مشال الاتربة ورميها بالبعد من الجدار

* (مقدار شغل النفر في اليوم الواحد بمشال الاتربة) *
 (على حسب اختلاف بعد رمي التراب عن محل الحفر)

بعد رمي التراب ذراع	مشال النفر ذراع مكعب	بعد رمي التراب متر	مشال النفر متر مكعب
٢٠	١١,٨٥	١٥	٥
٤٠	١٠,٦٦	٣٠	٤,٥
٦٠	٩,٤٨	٤٥	٤
٨٠	٨,٢٩	٦٠	٣,٥
٩٣,٣	٧,١١	٧٠	٣
١٢٠	٥,٩٢	٩٠	٢,٥
١٤٠	٤,٧٤	١٠٥	٢
١٦٠	٣,٥٥	١٢٠	١,٥
١٨٠	٢,٦١	١٣٥	١
٢٠٠	١,٦٦	١٥٠	٠,٧
٢٦٦,٦	١,١٨	٢٠٠	٠,٥

• (مقدار الفعلة اللازمة للصناع في اليوم) •

فعله	بناء	عتال	مبيض	قزام
عدد	عدد	عدد	عدد	عدد
٧	١	٠	٠	٠
٧	١	٠	٠	٠
٧	١	٠	٠	٠
٢	١	٠	٠	٠
٢	١	٠	٠	٠
٤	١	٠	٠	٠
٢	١	٠	٠	٠
٢	١	٠	٠	٠
٥	١	٢	٠	٠
٧,٥	١	٠	٠	٠
١	٠	٠	١	٠
٢	٠	٠	١	٠
٣	٠	٠	١	٠
٢	٠	٠	٠	١
٣	٠	٠	٠	١

(تابع معدلات المخرقة)

* (مقدار مشال النقر في اليوم من الاصناف) *

نقر	قنطار	طوب	جل
عدد	عدد	عدد	عدد
١	٧٥	٠	٠
١	٥٠	٠	٠
١	٠	٠	٠
١	٠	١٠٠٠	٠
١	٠	٧٠٠	٠
١	٠	٠	٢٥

* (مقدار الصانع ومعلل الصناعة للآزمين هم) *

نقر	صناع	نقر	معلل
عدد	عدد	عدد	الصناعة
٢	بشايين	١	معلم بشايين
٢	بشايين	١	خشاب
٤	سقاين	١	رش سقاين
٣	مبيضين	١	معلم مبيضين
٤	فرق حجارة	١	رئيس حجارة
٤	نحساتين	١	معلم نحساتين
١٢	فعلة	١	مقدم فعلة

* (ما يخص المزارع من أخشاب البغداد والسمامير) *

ذراع	اصناف
مربع	عدد
٠ ٢٥	١
١ ٢٥	١
١	٥٠

لاطه قبرصى ثشق وتوضع بالبغدادى

لاطه علايه شرحه

مجارى بغدادى

(تابع معدلات المخرصة)
* (الاصناف اللازمة للتشبيك) *

(أول شبك مخروط مثنى طوله • ٣ وعرضه • ١ وحلقه من كتلة)
(علايه وبره من لوح بندق والمخروط من لاطه قبرصى)

اصناف لازمة	عدد	
	طول	عرض
كتلة علايه لزوم الحلق	•	١
لاطه قبرصى للمخروط ان كان المخروط ضيقا	•	٤
لاطه قبرصى للمخروط ان كان المخروط واسعا	•	٣
لوح بندق للبرور	•	١
معمار بلدى	١	•
معمار افرنكى	•	٣٣

* (ثاني شبك مخروط مثنى طوله • ٣ وعرضه • ١ وحلقه من كتلة) *
(علايه وبره من لوح بندق والمخروط لاطه علايه)

اصناف لازمة	عدد	
	طول	عرض
كتلة علايه للمعلق	•	١
لاطه علايه للمخروط لزوم المخروط الضيق	•	٨
شرح الواسع	•	٦
لوح بندق لزوم البرور	•	١
معمار بلدى	١	•
معمار افرنكى	•	٣٣

* (ثالث شبك مخروط ومن دانه شريحتا زجاج طوله • ٣ وعرضه • ٤) *

اصناف لازمة	عدد	
	طول	عرض
لاطه قبرصى لزوم المخروط	•	٤
لوح بندق	•	٣٥
كتلة علايه لزوم الحلق	•	١
مورينه لزوم الكرنيش	•	١٢٥
معمار بلدى	١	•
معمار افرنكى	•	٣٣

* (شباك بشر يمتلئ زجاج بدون شيشه طوله ٥ ٣ وعرضه ٥ ١) *

الاصناف اللازمة		
	عدد	رطل
لوح بندق لزوم الحلق والبرور والسدايب	٤٥٠	٠
مربوعة زان	٣	٠
مورينه مجوز لزوم السكر نيش من أعلى	١٢٥	٠
مسمار افرنكي	١	٠٠
مسمار بلدي	١٢٥	٠

* (شباك بشر يمتلئ زجاج وشيشه طوله ٥ ٣ وعرضه ٥ ١) *

اصناف لازمة		
	عدد	رطل
لوح بندق لزوم الحلق والبرور والسدايب	٤٥٠	٠
لوح بندق لزوم شريحة الشيشه	٢٥٠	٦٥
مربوعة زان لزوم شرايح الزجاج	٣	١
لاطه قبرصى لزوم حلق بشر شريحة الشيشه	١٥٠	٠
مورينه ثلاثى لزوم السكر نيش	٥٦٦	٠
اقوف	٢	٠
اذرار	٢	٠
نبوت شوم	١٢٥	٠
مسمار شيشه	٥٠٠	٠
مسمار افرنكي طويل	١	٠
مسمار بلدى وسطافى	٦٦	٠
غراء	١٦٥	٠

* (٢٨١) *

(تابع المعدلات المرونة)

* (شباك اسكندري طوله ٤, ٢ وعرضه ٢٢, ١ بشرطتين) *
 * (زجاج يفتان وينقلان وشمسية نصفها الاعلى ثابت) *
 (والاسفل بصلقتين يفتان وينقلان)

	اصناف لازمة			
	عدد	درهم	اقسه	اجمال
لوح سويد	٢			
مشقوقة	٢			
لوح بندي	٢			
ترباس حديد	٤			
شكيل حديد	٤			
مفصلات صغيرة	٦			
قرقيات	٢٦			
مسمار تيشه	٧٠			
مسمار بلدي	٦			
مفصلات كبيرة	٤			
مسمار خالدي	٠	٢٥	٠	٠
مسمار افرنكي	٠	٧٥	٠	٠
غره	٠	٥٠	٠	٠
نشار نصف يوم	١			
فجارين منهم ٥ اسطوانات و ٥ وسط	١٠			
نوطا ربع يوم	٠	٢٥		

(تابع معدلات المهروسة)
 * (في الابواب والبوابات) *
 * (باب مكرطوله ٣ وعرضه ٢) *

	اصناف لازمة	
	عدد	رطل
كتلة علانية لزوم الاساطيم	١	٠
كتلة علانية لزوم فرش من أعلى	٠	٠
لاطه قبرمى لزوم ثلاثة أخزمه	١	٠
لوح صندوق لزوم الطبق	٣	٠
عقب حديد	١	٠
سكبه حديد	١	٠
مفصلات حديد	٢	٠
كيلون افرنكى	١	٠
نيوت شوم لزوم الدوايس	٠	٠
فره	٠	٠
دوايس حديد	٠	٠
معمار بلدى	٢	٠
معمار افرنكى	٠	٠

* (باب مكرطوله ٣ وعرضه ٢) *

	اصناف لازمة	
	عدد	رطل
كتلة لزوم الاساطيم	١	٠
كتلة لزوم الفرش	٠	٠
كتلة لزوم التطبيق	٢	٠
لاطه قبرمى لزوم أربعة أخزمه	٢	٠
عقب حديد	١	٠
ملفات حديد	٢	٠
سكبه حديد	١	٠
كيلون افرنكى	١	٠
دوايس	١	٠
معمار بلدى	٤	٠

(٢٨٢)

(تابع معدلات المحروسة)

(باب افرنكي بصفة طوله ١٢, ٣ وعرضه ٥, ١)

اصناف لازمة		
	عدد	رطل
كتلة علامه لزوم الاساطيم	٢,٥	٠
كتلة علامه لزوم المحشو والمحاق بالاربع جهات	٢,٥	٠
لوحة بندقي لزوم المحشويين الاساطيم والبرود	٢,٦٦	٠
مورينه لزوم الكرينش	٢,٥	٠
قرقيات	٣	٠
مسمار بلدي	٢,٢٥	٠
مسمار افرنكي	٢,٦٦	٠
غره شاي	٢,٢٢	٠

(باب بصلقتين طوله ١٢, ٣ وعرضه ١, ٨٢)

اصناف لازمة		
	عدد	رطل
كتلة علامه لزوم الاساطيم ومصارى في وسط المحشو والمحاق	٣	٠
لوحة بندقي لزوم المحشو والبرود	٢,٢٢	٠
مورينه لزوم الكرينش	٢,٥	٠
أجواز قريات	٦	٠
غره شاي	٢,٦٦	٠
مسمار افرنكي	٢,٦٦	٠
مسمار بلدي	٢,٢٥	٠

* (٢٨٤) *

(تابع معدلات المحروسة)

* (باب سطر طول ٣ وعرضه ١,٥) *

اصناف لازمة	
عدد	وطول
٥	٠
٢	٠
١,٢٥	٠
٣	٠
١,٢٢	٠
١,٥	٠
١	٠

* (باب قنر تقليد الافرنكي طول ٣ وعرضه ١,٥) *

اصناف لازمة	
عدد	وطول
٥,٢٣	٠
٢	٠
١,٢٥	٠
٣	٠
١,٢٣	٠
١,٥٠	٠
١	٠

* (٢٨٥) *

(تابع معذلان المحروسة)

* (بوابه بدرقه طولها ٦ وعرضها ٤) *

	أصناف لازمة		يكون
	عدد	عدد	عدد
كتله علاليه لزوم الاساطين	٢	٢	
شريحه ستة أجزائه بالبوابه	٤	٤	
التطبيقه بصيرشقه خيطا واحدا	٨٠	٨٠	
الفريش	١	١	
عقب حديد	١	١	١٥٠
سكرجه حديد	١	١	
ملفات حديد	٦	٦	
نبوت شوم	١	١	
كوالين في الداخل والخارج	٢	٢	
ترباس من كتله أو من سبهمزان أو من حديد	١	١	
نشارين لزوم شق الكتل	٧٠	٧٠	
معمار يادى للتطبيق والملفات	١٢	١٢	
دواسر	٢	٢	
غراشاحى	١	١	

* (٣٨٦) *

* (تابع معدلات المحروسة) *

* (قوابله بدرقتين طولها ٤ عرضها ٤) *

	اصناف لازمة		يكون
	عدد	ارطل	عدد
كتلة علاليه لزوم الاساطيع	٤	٠	١٧
شرحه الفرش الاعلى	١	٠	
شرحه الاخويه	٤	٠	
شرحه التطبيق	٨	٠	
عقب حديد	٢	٠	
سكرجه حديد	٢	٠	
ملقات حديد	١٢	٠	
كوالين حديد	٢	٠	
قفيز حديد	٢	٠	
مصاريلدى	١٢	٠	
غراشاي	١	٠	٨,٥
ترباس حديد بخلق	١	٠	
نبوت شوم	١	٠	
سقايط حديد	٢	٠	
نشارين لزوم شق الكتل	٨,٥	٠	

يكون عدد	اصناف لازمة	
	عدد	رطل
	٢٥	•
	١٤	•
	١٨	•
	٤	•
	١٥	•
	١٣	•
	٠٧	•
	١٧	•
	١٠	•
	٠٣,٥	•
	٠٧,٥	•
٥٨	•	٤١
	•	٣٠
	•	٠٤
	•	٢٨
	•	٨,٥
	•	٧
	•	•
	•	•

شبق طرد ٦ لزوم السقف على كل ذراعين ٥ شبات
 لاطه قبرصى من طول ٢٥ و ٢ لزوم ٨٢ جمل لكل
 مربع جلان من الجهتين وثاني مربع من السقف واذا
 كان من لاطه علايه يلزم ٥ ٢٠
 مورينه مجوزا ومورينه ثلثى لزوم العلف لكل مربع
 علفه باعلامه فافيه حشوتقويه المربعات واذا كان من
 مورينه مفرد يلزم ٣٦ حيث لا يوافقها
 مورينه مجوزا لزوم الكرنيش بغرض الابرار من أسفل
 الجمال واذا كان من كنهه يلزم كنهه ونصف
 لاطه قبرصى لزوم بغدادلى بوجه الجمال بالاربع جهات
 لوح شبق لزوم العلفه اذا لم توجد الاصناف المشروحه قبله
 شترحه لزوم علفه الابرار عن كل مربع طوله ذراع وازيد
 والعرض $\frac{1}{2}$ اللوح
 شرحه لزوم التطبيق يصير شقه شيطا واحدا
 شرحه لزوم الباصه
 شرحه لزوم الكرنيش السوارى ما بين المسه والجمل
 شرحه لزوم ابرار وتحت رجل الجمال بالاربع جهات
 معمار بلدى عن كل رطل ٦ معمار لتجهيز الجمال
 شرحه لتجهيز العلفه
 شرحه لتجهيز الابرار
 شرحه لتجهيز العلفه من داخل الابرار بالواقف
 معمار خالدى عن كل رطل ١٠٠ معمار لزوم تجهيز
 شرحه لزوم تجهيز البغدادلى
 معمار افرنكى وسطانى لتجهيز الباصه السواريه بمافيه
 الكرنيش من أسفل

* (٢٨٨) *

(تابع معدلات المحروسة)

* (تطبيق سقف بالالوح والباصه طوله ١٠ وعرضه ٧ من دون) *

(جمال وكرنيش سواديه بجوار المحيطان)

	اصناف لازمة		
	عدد	رطل	
لوح يندلق لزوم التطبيق	٢٦,٦٦	٠	٤٢,٦٦
الباصة شرحه	١٢	٠	
الكرنيش السواديه شرحه	٤	٠	
مورينه مجوز أو ثلثان لزوم العلفه أو ٣٨ مورينه مفرد	١٨	٠	
معمار بلدى لزوم العلفه	٣٠	٠	
معمار خالدى لزوم تلقيم السقف	١٢,٧٥	٠	
معمار افرنكى وسطاقي لتعمير الباصه	٧,٥	٠	

* (معقن شغل الفشارين في قشر الانخساب) *

	منشار	انخساب
	عدد	عدد
لاطه قبرصى لزوم شباك خرط معقن	١	٤
لاطه علاليه لزوم شباك خرط معقن	١	٦
كتله علاليه لزوم حلقق الابواب والاساطيم	١	٢
لاطه قبرصى لزوم خمسة برايق ككبيره للدر بزينات	١	٥
وأما الاساطيم فيصير شقه اثنين بحسب طول قلبه السلم		

(تابع معدلات المحرسة)

(تابع مقنن شغل النشارين في نشر الاخشاب)

مفشار	خشاب
عدد	عدد
١	٦
١	٦
١	١٠
١	٨
١	٣
١	١٠
١	٤
١	٣
١	٦
١	١٠
١	١٠
١	٨

(٣٩٠)

(تابع معقلات المحروسة)

(مشال المهمات على الجير المبرية الى العمارات)

(عمارات الخناكة وأبو زعبل)

اصناف	حمار	ادوار
عدد	عدد	عدد
٠	١	١١
٠	١	٩
٠	١	٧
٠	١	٧
٠	١	٦
٠	١	١٠
٦	١	١
٤	١	١
٣٣	١	١
٥٠	١	١
٢	١	١

* (٣٩١) *

(تابع معذلات المحروسة)

* (تابع مشال المهمات على الجبل البرية الى العمارات) *

(عمارات بولاق وشبرا وخلافهما)

ادوار طسين	عمار عدد	ادوار قصرمل
٥		٦
طين من المخلج الزعفراني او من قم المخلج المصري الى عمارات دوائر المحروسة		
٥	١	٤
الى عمارات القلعة ومنها عمارات جبل الجبوشي والقشخانه		
٩	١	٥
الى عمارة الجراة السلطاني لغاية سبيل الاوسيه		
١٠		٤
الى عمارة اثر النبي لغاية مخبر الجهاديه قبل ديوان الجرك		
١٢	١	٦
الى العمارات من قصر النيل لغاية شون الغلال ببولاق		
١٠	١	٢
الى العمارات المستقرية من الخيلان لغاية جهات السيدة زينب وسراي كامل باشا		
١٠	١	٦
الى عمارات وابور الهندس ببولاق ومدرسة العليان والرصدخانه ومناخ الجبال		
١٢	١	٣
من بحري مدرسة العليان لغاية منزل محمود افندي مدير الجيزة وشرحه الى عمارات شبرا بخلاف الاسطبل		
ودوايره والقصرمل من المحروسة		
١٢	١	٢
الاسطبل وسواقي دمنهور وسواقي البرسيم الجازي ومنزل الناظر بشبرا		

(٣٩٢)

(معدلات اينة اسكندرية)
 (ما يخص الذراع من الجير البلدى)

	ذراع		جير بلدى
	مربع	مكعب	اردب
بناء بالطوب الاحمر	٠٠	١	٠,٦٦
بناء بالبش	٠٠	١	٣,٣٣
بناء بالحجر المجبور	٠٠	١	٠,٢٥
بالكسوة	١٠٠	٠	٤
بالترغرية	١٠٠	٠	٣
بالبلاط	١٠٠	٠	٤
بالبياض طاق واحد	١٠٠	٠	٣,٥
بالبياض بطانة ونظاره	١٠٠	٠	٥
بكسوة الترغرية	١٠٠	٠	٧
رش بالفرشه أى التليته	٦٠٠	٠	١

(خافق من جير وجره وزيت حار)

	خزاع		جير بلدى
	زيت حار	مربع	اردب
خافق	٠٠	١٠٠	٤
جره	٠٠	١٠٠	٢
لزوم خدمة الخافق	١٠	١٠٠	٠

(بياض بالكسوة التى بالجير والرمل)

جير	رمل
اردب	اردب
١	١

* (٣٩٣) *

(تابع معدلات اسكندرية)

* (بناء بالجير والحجر بمحلات المياه) *

	أردب	ذراع مكعب
جير بلدى	٠.٦٦	١
حجر	٠.٦٦	١

* (مقدار شغل البناء في اليوم والفعله اللازمة له) *

بناء	فاعل	ذراع
عدد	عدد	مكعب
١	٥	٨
١	٥	٧
١	٥	٦
١	٥	٦
١	٥	٣
١	٣	٣

* (مقدار شغل النحات في اليوم بنحيت الاحجار) *

نحات	أحجار
عدد	عدد
١	٩
١	١٨
١	٥٠

تفصيره

٥٠

* (٢٩٤) *

(تابع معدلات اسكندريه)

* (مقدار شغل المبيض في اليوم)

مبيض عدد	انقار توابعه	ذراع مربع
١	٠	١٠, ٩
١	٠	١١, ١
١	٤	١٢٠
١	٧	٨٠
١	٢	٦٠٠
١	٤	٨٠
١	٢	٦٠٠

* (مقدار شغل المبلط في اليوم) *

مبلط عدد	بلاط عدد
١	٥٠
١	٧٧
١	٧٥

* (٢٩٥) *

(معدلات أبذية وجه قيلي)

* (ما يخص المزارع من الجير البلدى) *

	ذراع		جير
	مكعب	اربع	قنطار
بناء محلات المياه	٠	١	١٥٠
بناء مخلاف محلات المياه	٠	١	١
بناء محلات الشمسية	٠	١	٥٧٥
بياض بطانة ونظاره	١٠٠	٠	١٥
بياض قشرو	١٠٠	٠	٤٥
بياض فرش	١٠٠	٠	١
لياسة وبريقه	١٠٠	٠	١٥
تبيطة أرضيه	١٠٠	٠	٣٠
تبيطه بلاط	١٠٠	٠	١٢
كيله زلط	١	٠	٥٣
كيله سمرة	٠	٠	٥٧٥
ما يخص الخفافى	٠	٠	٥

* (عن البناء بالشوه) *

	ذراع		شوه
	مكعب	اربع	قنطار
بناء بالشوه فى القشلات والفوريات	٠	١	٢
شرح فى الابنية الشمسية	٠	١	١٥٥
شرح فى اللياسة والبريقه	١٠٠	٠	٣٠
شرح فى تبيطه الارضية	١٠٠	٠	٢٠

* (٢٩٦) *

(تابع معدلات أبنيتوجه قبل)

* (ما ينقص الذراع من الجبس) *

	ذراع		أردب عدد
	مربع	مكعب	
في لصق ١٠٠ بلاطة	٠	٠	٣
بباض بطاينه ونظاير	٠	١٠٠	٥
بمقدار الحما الذي ارتفاعه ٥٠	١	٠	٢
بباض بدون مؤنة	١	٠	٣

(معدلات أبنية ومباني)

* (ما ينقص الذراع من الحجر البلدي) *

	ذراع		جسيير قنطار
	مربع	مكعب	
بباني المحيطان والدوائر	٠	١	٧٥٠
بباني الطوائف	٠	١	٥٠٠
بباني الملاقف	٠	١	٥٠٠
لباسه بالمؤنة	١	٠	٣٣
خافق بالاسطح	٢٤	٠	١
خافق بالملاقف	٢٧	٠	١
في البباض	١٢	٠	١
في لصق البلاط	٨	٠	١
في الكهنة	١٠٠	٠	١٠٨
بباض بالقرشه	١٠٠	٠	١

*(٢٩٧)

(تابع معدلات دمياط)

(ما يخص الذراع من الجبس)

	ذراع		جس
	مربع	مكعب	
بناء باللاقف	٠	١	٣٠
بقواعد العمدان فوق وتحت	٠	١	٤
بناء المحسات والقوائم	٠	١	٤٠٣٣
تجويم النصب	٦	٠	١
تجويم الطوايل	٣	٠	١
خافق بنهر الملاقف	٤٧٥	٠	١
يلصق البلاط	٤	٠	١
تزييق عرق واحد بالسقف من الطرفين	٠	٠	١
في لياسة الاسطح بالخافق	٧	٠	١

(تابع ما يخص الذراع من الطوب)

	ذراع	
	طوب	مكعب
في بناء المحيطان بالمؤنة	٣٣٣	١
في بناء المحسات بالجبس	٢١٥	١
في بناء قواعد العمدان	٢١٥	١
في بناء التقافيس والملاقف	٢٢٥	١

(ما يخص الذراع من القصرمل)

	ذراع		تزييق
	مربع	مكعب	
خافق بلياسة الاسطح	٠٤	٠	١
خافق بلياسة اسطح الملاقف	٢	٠	١
في بناء النصب	٠	١	٤٠٥

(تابع معدلات ومياط)

* (ما يخص الذراع من الحجر والتراب) *

حجر	تراب
متره	متره
٠.٣٣	٠.٦٦

مؤنه

* (مقدار شغل البناء في اليوم) *

بنا	ذراع		اصناف
	مكعب	مربع	
عدد		عدد	
١	٦,٢٥	٠٠	في بناء المحيطان والترصيص
١	٧,٥	٠٠	في بناء الطوايل
١	٣,٥	٠٠	في بناء الجسبات بالحجيس
١	٦,٢٥	٠٠	في بناء الملاقف والتفافيس
١	٢	٠٠	في بناء النصب والدوائر بالمؤنه
١	٢,٥	٠٠	في بناء قواعد العمدان بالحجيس
١	٠٠	١٧٥	لياسة بالمؤنه
١	٠٠	١٥٢	جوانحجر على اللياسة
١	٠٠	١٩٠	خدمة في اللياسة
١	٠٠	١٤٠	خدمة في المخاف في لياسة الاسطح
١	٠٠	٥٠	في تعويم النصب بالحجيس
١	٣٥	٠٠	في تعويم الطوالان بالحجيس
١	٠٠	٦٠	في اليباض وفي لياسة الملاقف بالمخاف في أيضا
١	٠٠	٥٠	لصق البلاط بالحجيس
١	٠٠	٤٥	٤٥ بلاطه أو ٥٥ بنجرها أو يصلحها النفر في اليوم
١	٠٠	٢	ترزيق العروق
١	٠٠	٢٥	عرق أو مبرومه توضع بالاسقف
١	٠٠	٣	قوائم توضع بالاسقف

•(٢٩٩)•

(تابع معدلات دمياط)

(مقدار الفعله اللزمن للبناء في اليوم ولما التراب والقصر مل والمحجر والقزام)

فعله	بناء	مزيله	اجير	قزام
عدد	عدد	عدد	قطار	عدد
٥	١	٠	٠	٠
٤	١	٠	٠	٠
٤٥	١	٠	٠	٠
٤	١	٠	٠	٠
٥	١	٠	٠	٠
١١	١	٠	٠	٠
٢	١	٠	٠	٠
٤	١	٠	٠	٠
١	١	٠	٠	٠
٦	١	٠	٠	٠
٥	١	٠	٠	٠
٢	١	٠	٠	٠
٥	١	٠	٠	٠
٢	١	٠	٠	٠
١	١	٠	٠	٠
١	١	٠	٠	٠
٢	١	٠	٠	٠
١	١	٠	٠	٠
١	١	٠	٠	٠
٢	١	٠	٠	٠
٤	١	٠	٠	٠
٣	١	٠	٠	٠

(٤٠٠)

(تابع معدلات أبنية دمياط)

(مقدار شغل التزام في اليوم)

فترام	ذراع
مكعب	عدد
في هدم النصب المبنية بالجبس	٧
في هدم المحيطان	٢٥
في تنظيف الاسطح من اليااسة القديمة	٤٥٠

(مقدار السقاين اللازمين للبناء ولاطفاء الحجير)

سقاين	بناء	فطار
عدد	عدد	عدد
في بناء المحيطان بالمونة او ترصيص	١	٠
في بناء النصب بالمونة	١	٠,٧٥
في اليااسة بالمونة	١	٤ الى ٦
في برالجرجر على اليااسة	١	٢ الى ٣
في خدمة اليااسة بالمونة	١	٢٥ الى ٣٥
في بناء المحلات بالجبس والمونة	١	١
في ليااسة الخافق او في بناء الملاقف بالجبس	١	١
في تقويم النصب بالجبس او في تقويم الطوائل	١	٠,٥
اوقى البياض او في لصق البلاط	١	٠
في اطفاء الحجير وتضريه	١	٢٣
في وضع القوائم او وضع العروق او الباريم	١	٠,٥
وتسيكها بالبناء	١	٠

* (٤٠١) *

* (معدلات أبنية مديرية الغربية) *

(ما يخص المزارع من الحجر البلدى)

	ذراع		جبر
	مربع	مكعب	
بناء بالمونة المحلوه بمحلات المياه	١٠٠	١	١٠
بناء بالمونة المثلث بخلاف محلات المياه	١٠٠	١	١
بناء بالحجر الدستور أو البهالى أو البطيخ بمحلات المياه	١٠٠	٠٠	١٠
بالاشوان والغوريقات	١٠٠	٠٠	١٠
بياض بطنه وظهاره وفرشه بالقصور والسرايات	١٠٠	٠٠	١٢
بياض بطنه والى بالسقوفات	١٠٠	٠٠	١٥
بياض ظهاره فقط بالغوريقات	١٠٠	٠٠	٥
مرمه بطنه وفرشه	١٠٠	٠٠	١٠
جبر سلطانى بالمرمه بطنه وظهاره وفرشه	١٠٠	٠٠	٣
رشد بالغرشة	١٠٠	٠٠	١٠
بر بقة بالغوريقات أو الاشوان بسبب كثرة الامطار	١٠٠	٠٠	٢٠
بر بقة بالنواحي القليلة كزفتا والمحلة وغيرها	١٠٠	٠٠	١٥
مرمه بر بقة بالغوريقات بالنواحي البعيدة كدمياط وغيرها	١٠٠	٠٠	١٢
مرمه بر بقة بالنواحي القليلة كزفتا والمحلة	١٠٠	٠٠	٨
خافق	١٠٠	٠٠	١٠
خافق بمحلات المياه	١٠٠	٠٠	٢٠
بلاط حجارى تربيعه طول الواحدة ٠.٦٦	١٠٠	٠٠	١٥
رخام تربيعه طول الواحدة من ٠.٦٦ لغاية ذراع	١٠٠	٠٠	٢٣

* (٤٠٢) *

(تابع معدلات مديرية الغربية)

* (ما يخص الذراع من الجبس) *

ذراع	جبس	
	أودب	مكعب
بناء بالدستور أو الجبالي أو الحجر البطح	١٠	١٠٠
بياض بالغوريقات أو الاشوان	٤	١٠٠
بياض بطانة وظهارة وفرشه	٥	١٠٠
بياض بالبغدادى بالسقوف وغيرها	٥	١٠٠
مرمه وتقطيب بياض بالغوريقات والفرشه	٢	١٠٠
مرمه بياض ظهارة وفرشه بالقصور	٣	١٠٠
بربقة بالغوريقات بالجهات البحرية كدمياط	٥	١٠٠
بربقة بالغوريقات بجهات زفتا وغيرها	٤	١٠٠
مرمه بالغوريقات بجهة بحرى	٣	١٠٠
تبليط ببلاط فرانى ترصيعه ضلع الواحدة ٦٦ و٠	٨٠٨٥	١٠٠

* (ما يخص الذراع من الطين الحلو) *

طمين	ذراع	
	احمال	مكعب
٦	١	٠٠
٢	١	٠٠
٤٠٠	٠	١٠٠
٤٥	٠	١٠٠
٣٣	٠	١٠٠

* (٤٠٣) *

(تابع معدلات مديرية الغربية)

* (ما يخص الذراع من القصر مل) *

	ذراع		قصر مل
	مكعب	مربع	
بناء على الج	١		٤
بريقة بجهات دمياط وما يقرب منها	١٠٠	٠	١٠
بريقة بجهات دمياط وزفتا والحله وما يجوارهما	١٠٠	٠	٨
مرمة بريقة بغوريات بحرى	١٠٠	٠	٦
مرمة بريقة بغوريات قبلى	١٠٠	٠	٤

* (ما يخص الذراع من الخافق) *

	ذراع مربع خافق	جبر قنطار	جره اردب	دق كان رطل	زلط حل	زيت حار رطل
خافق الوزون وما يشابهها	١٠٠	١٠	٢٥٠	٨	٠٠	٠٠
خافق بمجلات المياه	١٠٠	٢٠	٥	٢٠	٢٥	٢٥

* (ما يخص الذراع من دق الكان) *

	دق كان رطل	ذراع مربع
بياض بالفوريات أو الاشوان	٥٠	١٠٠
بياض بطانه وظهاره بالقصور والسراريات	٥٠	١٠٠
بياض البه داذلى	١٠	١٠٠
بياض بالتطاطيب	٢٥	١٠٠

بنائين	ذراع	فعله	سقا	نحات	احجار	خشب
عدد	مكعب	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد
٢	١٢	١٤	١	٠	٠	٠
٢	٣٠	١٤	١	٠	٠	٠
٢	٢٠	١٤	١	٠	٠	٠
٢	١٨	١٤	١	٠	٠	٠
٢	٢٠	١٤	١	٠	٠	٠
٢	١٦	١٤	١	٠	٠	٠
٢	٠	٠	١	٠	٥٠	٠
٢	٠	٠	١	٠	٣٢	٠
٢	٠	٨	١	١	٣٠	٠
٢	٠	٨	١	١	١٠٠	٠
٢	٠	١٤	١	٠	٢٠	٠
٢	٠	١٤	١	٠	١٠٠	٠

مبيضين	ذراع	فعله	سقا
عدد	مربع	عدد	عدد
٢	٥٠	٠	١
٢	١٠٠	٠	١
٢	٣٠٠	٠	١
٢	٧٥	٠	١
٢	٨٠	٠	١
٢	١٢٠	٠	١
٢	١٠٠	٠	١
٢	١٤٠	٠	١
٢	٨	٢	١
٢	١٢	٢	١
٢	٣٠	٠	١

(٤٠٠)

(تابع معدلات مديرية الغربية)

(مقدار شغل النحات في اليوم)

نحات	اجار
عدد	عدد
١	٢
١	٣
١	١٢
١	٣
١	١٥

حجر بن عجالي

اجار دستور

حجر بطح

طوارق طول الواحدة ١,٥ وعرضها ٠,٥

حجر بلاط طول الواحدة ٠,٦٦ وعرضه ٠,٥

(مقدار شغل المبلطين في اليوم والعمال اللازمين لهما)

مبلطين	فعله	سقا	بلاط
عدد	عدد	عدد	عدد
٢	٤	١	٣٠
٢	٤	١	٦٠
٢	٤	١	١٥

نحت ولصق ترايبس بلاط ضلع الواحدة ٠,٦٦

نحت ولصق بلاط قراني

طوارق

(شغل الخجاري اليوم في الاسقف)

خجار	ذراع
عدد	مربع
١	٢٥
١	٣٠

في تطبيق الاسقف

في كور الاسقف

* (٤٠٧) *

(تابع معدل رشيد)

* (ما يخص الذراع من البلاط ومواد لصقه) *

ذراع مربع	جير مطلق قنطار	رماد او قصير مل مذراوة	بلاط عدد	مصطح ارديب	
١٠٠	١٨	١٨	٢٢٠	٠	تبلط بالبلاط المساطي
١٠٠	١٩	١٩	٤٠٩	٠	تبلط بالبلاط المصري
١٠٠	١٩	١٩	٢٢٠	١٤	تبلط بالافران

* (مقدار شغل البناء في اليوم والعمال اللازمين له) *

بناء	مكعب ذراع	فعله عدد	سقا عدد	عمال عدد	
١	٢٠	٧	١	٠	بناء بالخرسان
١	١٣	٧	١	٠	بناء بالمجدار وبعد المظلم ٥٠ ذراعا
١	٣	٢	٠	٢	بناء بالمجار الجاهلي المتجور
١	٦٥	٧	٠	٠	بناء فوق المجدار بالمجار المتجور بالدور الاول
١	٤	٧	٠	٠	شرح بالدور الثاني
١	٧	٧	٠	٠	بناء بالاسبر بيمين عرضها ٥ م ذراع
١	٥	٧	٠	٠	بالدور الاول
١	٥	٧	٠	٠	شرح بالدور الثاني
١	٥	٥	٠	٠	شرح بيمين بها شيك بالدور الاول
١	٢٧٥	٥	٠	٠	بالدور الثاني

* (٤٠٨) *

(تابع معدلات رشيد)

(مقدار شغل المبيض في اليوم والفعله اللازمة له)

	مبيض عدد	ذراع مربع	فعله عدد
رش بالفرشه	١	٦٠٠	٢
بياض خافق	١	٥٠	٢
خدمة بالخافق	١	٧٠	١
او ٤ فعلة بياض بالحجارة بالحجر والمجس	١	٨٠	٣

(مقدار شغل المبطين في اليوم واعمال اللازمة لهم)

	مباط عدد	ذراع مربع	فعله عدد	نحاتين عدد
لصق بلاط ملطي وتسويته	٧	١٠٠	١٢	٠
لصق بلاط مصري وتسويته	٨	١٠٠	٨	٠
لصق بلاط الافران وتسويته	٨	١٠٠	١٨	٧

* (مقدار شغل النحات في اليوم) *

	ذراع مكعب	طول	عرض	سمك	نحات	احجار
احجار زاوية	٠,٧٢	٠,٥	٠,٤	٠,٤	١	٩
احجار زاوية كبار	٠,٧٥	٠,٥	٠,٥	٠,٥	١	٦٠

(مقدار شغل النفر الذي يحفر الاساسات على حسب بعدي التراب عن الاساس)

ذراع مكعب	نفر عدد	بعدي التراب ذراع
٣,٣٦	١	٣٥
٦,٧٥	١	٦
٥	١	٢٠

* (٤٠٩) *

* (معدلات عملت بالوجه القبلي في عبارة قنمار ديروط الشريف بتفتيش هندسة
سعادة سلامه ياشا) *

* (معدل حريق حرة من البشريد بكوشة) *

قطر متوسط	ارتفاع	حجمها ميتر مكعب
١٣ وضعها حرة قدرها	٥,٤٥ =	٧٢٧,٣٩
صندوق أردب	صناديق	أردب
٢,٧٥ X	١٠٨٥ =	٢٩٨٣,٧٥
والمواد اللازمة لمحرق القدر المذكور هي		
	قنطار	جمله
	عدد	قنطار
خم حجر خشن	١٣٥	
خم حجر ناعم	٤٦٢	
خياره خشب	٢٠	
طاب من تقليم الاشجار	١٠	
مقاطع كنه	٦	

٢٢٣

* (ما يخص الميتر المكعب من البشريد الاصفر من القناطير قبل حرقه وبعده) *

ميتر مكعب	قنطار
عدد	عدد
١ =	٢٥ من البشريد الاصفر قبل حرقه
١ =	٢٠ حرقه
٥	بجز ناتئ من المحرق
٥٢	تة صكرة

* (٤١٠) *

* (تابع معدلات حملت بمحارة قنطار ديروط الشريف) *

* (ما يخص الميتر المكعب من الحجر من القناطر والارادب) *

ميتر مكعب من الحجر	قنطار	ارادب
١	٢٧.٥ =	٥٠ =

* (ما يخص النقر في دق الحجر من البشري في اليوم) *

نقر	كيله	دق بشري و هزه وغربله	في زمن الصيف
١	٨	شرح	في زمن الشتاء
١	٦		

(ما يخص النقر في دق الحجر من الآجر في اليوم)

نقر	كيله	دق آجر و هزه وغربله	في زمن الصيف
عدد	عدد	شرح	في زمن الشتاء
١	١٠		
١	٨		

* (ما يخص الطاحون الواحد في طحين الحجر في اليوم) *

طاحون	ارادب	طحين حجره	في زمن الصيف
عدد	من الى	شرح	في زمن الشتاء
١	١٠ الى ١١		
١	٨ الى ٩		

* (مقدار شغل الانفار في تكسير الدبش دقشوم ومقدار نقل الميتر المكعب

من الدبش ومن الدقشوم والأتربة) *

نقر	ميتر مكعب	قنطار	في تكسير الدبش دقشوم
عدد	عدد	عدد	من الدقشوم
١٠٠	١٢	٥٥	من الدبش
٥٥	١	٢٦	من الأتربة الناتجة من هز الدقشوم الناعم بالغرايل
٥٥	١	٢٠	
٥٥	١	٢٣	

* (٤١١) *

* (تابع مع دلالات عملت بقنطار ديروط الشريف) *

* (حريق الجبير) *

* (المقدار اللازم لحريق الجبير من الفحم والخشب والبوص)

قنطار	
٩١٦	دبش من جبل الدبر
بيان مواد حريقه	
قنطار	قنطار
بجاء	عدد
١٩٥	فحم خشن
٩٣	فحم ناعم
١٥٥	خشب كبير
٥٥	بوص للارتقاء
١١٤٥	

* (المقدار اللازم لحريق الجبير من بزر القطن والبوص) *

أصله قنطار دبش	الصافي بعد حريقه ثلثاه وهو قنطار جبر
٢٤٥	١٦٥
مواد حريقه	
قنطار	اروب
عدد	عدد
١٢ بوص	١٧ و ٦٦ بزر القطن
اروب بزره	قنطار
١ =	٢ و ٦٦

* (المقدار اللازم لحريق الجبير من مساحة القنطرة فقط) *

أصله قنطار دبش	الصافي بعد حريقه ثلثاه قنطار جبر	مساحة قنطاره قنطار
٦٥٥	٤٥٥	١٧٥

* (٤١٢) *

* (تابع معدلات عملت بقنطار ديروم الشريف) *

* (المقدار اللازم لحريق الجير من البوص والتين الاسود) *

أصله قنطار ديش الصافي بعد حريقه ثلثاه قنطار جبر

١٦٠

٢٤٠

تين اسود

مواد حريقه قنطار بوص

٨٠ ١٤

٤٨

* (مقدار الطير والساخ اللازمين لمل الطوب التي مؤمن التخمير) *

متر مكعب ساعة

٠,٥٠ طينة سودا عخاله من المواد القابلة للاحتراق

٠,٥٠ ساخ مغريل

٠٠٠ ٢٤ مدة تخمير الطينه مع الساخ والمخمدة

* (معدل ضرب الطوب وحريقه) *

(مقدار الانغار وشغلهم في ضرب الطوب ومسافة حمل التخمير عن ضرب ٣٥ متر)

نفر مساح نفر لنقل الطين والطوب طوب

عدد

عدد

عدد

٨٠٠ ضرب طوب بزمن الصيف

٢

١

٧٠٠ ضرب طوب بزمن الشتاء

٢

١

متر مكعب طول عرض سمك

حجم الطوبه = ٢٧ = ٠,٠٠ = ٠,٢٥ × ١٢ × ٠,٠٩

* (حريق الطوب) *

(٤١٣)

(معدل أول في حريق الطوب)
(ما يخص حريق ألف طوبه من الفحم)

طوبه	يلزم بحرقها	قنطار	عدد
١٠٠٠		١	من الفحم الخشن
		٢	من الفحم الناعم
حجم الطوبه	متر مكعب	طول	عرض
		٠.٢٥ × ٠.١٢ × ٠.٩	ارتفاع
		٠.٠٠٢٧ =	

* (معدل ثان في حريق الطوب بالفحم) *

طوبه	يلزم بحرقها	قنطار	عدد
١٠٠٠		٠.٧٥	من الفحم الخشن
		١.٥٠	من الفحم الناعم
		٢.٢٥	
حجم الطوبه	متر مكعب	طول	عرض
		٠.٢ × ٠.١ × ٠.٠٦	سمك
		٠.٠٠١٢ =	

* (معدلات غلفت بوجه بحري تقنين المرحوم بهجت باشا) *

(معدل أول فيما يخص المتر المكعب من الخرسانه المكونه من دقشوم وجير وجره)
متر مكعب خرسانه
عدد

١ ينتج من متر مكعب

١.٢٧٥ من دقشوم وجير وجره

بيانه

متر مكعب

عدد قنطار كبله أردب

٠.٧٥٠ = ٢٠.٤ × ٠.٠٢٥ من دقشوم صغير

٠.٢٥٠

٠.٢٥٠ = ٢ × ٠.٢٥ من جير (٢/٥) مونه

٠.٢٧٥ = ٣ × ٠.٢٥ من حصره (٣/٥) مونه

(٤١٤)

(تابع معدلات عملت بوجه بحرى تقشيش المرحوم بجهة باشا)

(معدل ثان)

(فيما يخص المتر المكعب من الخرسانه المكونه من دقشوم وجير وجره)
متر مكعب بخرسانه

عدد

١ ينتج من متر مكعب

عدد

١,٣٧٥ من دقشوم وجير وجره

بنيانه

٨٤١٠٠

متر مكعب	قنطار	كيله	أردب
عدد	عدد	عدد	عدد
٠,٧٥٠	= ٤٦,٤٦	٠٠	٠٠
٠,٢٥٠	= ٣,٥٨	٠٠	٠٠
٠,٣٧٥	= ٨,٢٩	٣٣	١

دقشوم ناتج من ٣٠ قنطارا من الدبش والمعلوم
جيره $\left(\frac{٢}{٣}\right)$ مونه
جره $\left(\frac{٣}{٥}\right)$

(معدل أول)

(فيما يخص المتر المكعب من البناء بالدبش والجير والحجره ومقدار المعلوم)
متر مكعب

عدد

١ من البناء بالدبش والجير والحجره يلزم له

متر مكعب	قنطار	أردب
عدد	عدد	عدد
٠٠	= ٢٨	٠٠
٠,٢٠	= ٢,٨٧	
٠,٢٠	= ٤,٤٢	١

من الدبش بمافيه العادم

رطل

رطل

جيره عادم الجيره ٣٠ فيكون عادم القنطار = ١٠ جيره

* (٤١٥) *

* (تابع معدلات عملت بوجه بحري بتقديش المرحوم: حجت باشا) *

* (معدل ثاني فيما يخص المتر المكعب من البناء بالدبش والجير والحجر) *

متر مكعب		قنطار
بناء من الدبش والجير والحجر	يلزم لها	
دبش	متر مكعب	١١١
١٤٠ مونة من جير وحجره وهي تتركب من	متر مكعب	
عدد		
جير مونة	٥٠٦٥	
حجره	٥٠٩٧٥	
	١٠٦٢٥	

ومن هذا المعدل ينتج ان

المتر مكعب

عدد

من البناء بالدبش والجير والحجر يلزم له	
قنطار دبش	ومتر مكعب مونة
٢٧٠٢٥	٥٠٣٢٥

* (ما يخص المتر المكعب من البناء بالاسح والجير والحجر ومقدار عادم المونة والجير) *

متر مكعب

من البناء بالاسح والجير والحجر يلزم له

متر مكعب	قنطار	عدد	طوبه جراء
٠٠	٠٠	٤٨٠	مونة
٠٣٠	٠٠	٠٠	وعادها متر مكعب
			٠١٠

(٤١٦).

(تابع معدلات عملت بوجه بحري بنفتيش المرحوم: هجت باشا)

بيان المونة	متر مكعب	قنطار
جبر وعادته ٢,٥ من الرطل	٢٣٩ =	٠,١٦
سجده ٩,٥ من الكيلات	٣,٥٤ =	٠,١٦

(ما يخص الميتر المكعب من البناء بالدسور والجبر والحجرة)

ميتر مكعب
من البناء بالدسور يخصه من مونة الجبر والحجرة

ميتر مكعب ٠,١٥ مونة وعادتها ٠,٥٥

بيان مقدار المونة	متر مكعب	قنطار
من الجبر	٠,٠٨ =	١,١٥
من الحجرة	٠,٠٩ =	٢,١٥
	٠,١٧ =	

(ما يخص الميتر المكعب من الدبش والدقشوم الصغير بالقناطير)

بمعدل عدة معدلات تتجان

ميتر مكعب	قنطار	
١ من الدبش	٢٩,٨٥ =	وصار الاتفاق على ان
١ من الدبش	٣٠,٥٥ =	١٣٥٠ كيلوجرام
١ من الدقشوم	٢٤,٧٥ =	

(معدلات تكسير الدبش الى دقشوم)

*(معدل أول فيما يخص الميتر المكعب من تكسير الدبش الى دقشوم قدر بيضة

الدجاج تقريبا)*

ميتر مكعب	قنطار	من الدبش
١٥ =	٣٠٧,٦	

*** (EIV) ***

• (تابع معدادات عملت بوجه بحری بتفتیش البرحوم: ۴۰۰ بیت یا شا) •

يُفْجَعُ مِنْهَا بَعْدَ التَّكْسِيرِ

میتروکب قنطار

٨٧١ = ٢١٢,٢ من القشور

۴ = ۸۱۰ سن ناعم

يكون $11,71 = 294,2$ وينتج من ذلك ان

الميتز المكعب من الذهب قطار كياو جرام

$$I_{FAE,r} = F_{\cdot,V1} =$$

*) معدل نان فيما يخص المبتدئين من تكسير الدبش الى دقشوم فسر بيضة

الدجاج تقريرا) *

ميتر مكعب من الدبس . قطار

١٠ = ٢٩٧,٤٩ يتيم من ذلك بعد التاكيد

میںز مکعب قطار

۸۷,۸۰ = ۲,۲۹ سن ناهم

(من دقشوم صغير)

$$2.4,9 = 215$$

وينتج من ذلك ان

قنطار کیا ویرام

۲۹۲,۷۵ = ۱۱,۵۱ **بصكون**

المينر المكعب من الدبش

175A,7 = 29,78 =

• (معدل ثالث) •

قطار دیش

५३

نتیجہ: منہا بعد التکرار

قنطار

دقشوم صغير

rv,é.

سن عام

• ४६ •

يكون

29,90

فكرية

●

* (٤١٨) *

* (تابع معدلات عملت بوجه يعمرى بتفتيش المرحوم بهجت باشا) *

* (معدل رابع) *

		قنطار ديش	يُنْتِجُ مِنْهَا
	قطار		
دقشوم	١٣,٥٠		
من ناهم	٢,٤٥		
يكون	١٥,٩٥		

* (في عمل المعدلات) *

حيث المعلوم ان المادة المركبة لكل من مواد البناء كالآتربة والاحجار والاختشاب
وتحويها مختلفة الجنس في كل جزء من جسم الارض وكذا قوى العمل تتغير في العام
الواحد وفي اليوم الواحد تبعاً للتغيرات الجوية المحادثة في القطر الذي يسكنه الانسان
فتكون المعدلات المذكورة قريبة من الحقيقة . ومن اراد ان يعمل معدلاً على أى
نوع فليصنع جملة معدلات مضبوطة على أنواع النوع المطلوب في ازمان مختلفة من العام
ويأخذ متوسطها فالنتيجة والمعدل المطلوب

* (تم الكتاب) *

* (٤١٩) *

* (يقول الفقير أحمد مروان) *

تم طبع كتاب تفكير المهندسين وتذكرة الراغبين الذي هو من الملح الجديدة والطرف المفيدة وأجل ما نظمته بسان اليراع وأهيج ما جاد به الفكر وقرع الاسماع تأليف من لا يجارى في معارفه ولا يبارى في عوارفه مستشار ديوان الاشغال الهومية في كافة الاقاليم المصرية سعادة هلي باشا مبارك رقا الى اوج الكمال هولا جل وتبارك وانه لكتاب حوى بالقبول ينال طالبوه منه غاية المأمول جمع شوارد العلوم الهندسية وما تشقت من الفنون الرياضية فلا غنى لرياضي عنه ولا بد لكل مهندس منه لم يسبق بمثاله ولم يمتج على منواله سعياني مرضاة ذي القيس الاعم خدوم مصر ولي النعم اذهوا الاصل في ايجاد كل المعارف وانشاء الحاسن واللائف فلا تائل الا لبسان علاه ولا يحسلى طروس الابحلاء اذ ان الله دولته وحس اشباله الانجاب وزريته

وكان طبع هذا الكتاب بطبعة المدارس الملكية المحلية جياها بالافنون واللغات البنية تحت ادارة ناظر المعارف الهومية ذي المناقب الشهيرة والحامد الغزيرة سعادة الامير انجيل مصطفي باشا رياض لا زال لمحوط باعناية الملك الفياض منوطا لهذا الطبع بتقر ما لك ازمة البلاغة والبراعة حضرة ناظر المطبوعات ومحرر روضة المدارس على بك فهمي رفاهه وكان المصحح لما في هذا الكتاب حتى جاء على منتهج السداد والصواب مع بذل غاية الجهد في المراجعة والتصحيح وامعان النظر عقب التهذيب والتنقيح مع بعض زيادات لطيفة واضافات تعم الحاجة اليها ينفعه الماهر الرياضي حضرة علي أفندي الدريني معلم الرياضة بمدرسة المهندسين في المحمدية وذلك من ابتداء المزمرة العاشرة الى آخر الكتاب والتسع ملازم الاول صححت بمعرفة حضرة الفاضل سيد أحمد أفندي خليل أحد رجال المهندسة بديوان الاشغال وكان تمام طبعه في شهر ذي الحجة سنة ١٢٩٣ من هجرة سيد المرسلين عليه وعلى آله اتم الصلاة والسلام ما ابتدئ شي ولا ح منه بدر تمام آمين



Библиотека Александрина



0653563